

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России)

ИНСТИТУТ МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Института медицинского  
образования  
ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова»  
Минздрава России  
Е.В. Пармон  
«25» января 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Дисциплина	<b>ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОХИМИИ</b> (наименование дисциплины)
	<b>магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия</b> (код специальности и наименование)
Профиль	<b>Радиохимия</b>
Факультет	<b>подготовки кадров высшей квалификации</b> (наименование факультета)
Кафедра	<b>ядерной медицины и радиационных технологий</b> (наименование кафедры)

<b>Форма обучения</b>	<b>очная</b>
<b>Курс</b>	<b>1</b>
<b>Семестр</b>	<b>2</b>
<b>Занятия лекционного типа</b>	<b>12 час.</b>
<b>Занятия семинарского типа</b>	<b>24 час.</b>
<b>Всего аудиторной работы</b>	<b>36 час.</b>
<b>Самостоятельная работа (внеаудиторная)</b>	<b>36 час.</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	<b>зачет</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>72/2 (час/зач.ед.)</b>

Санкт-Петербург  
2022

Рабочая программа дисциплины «Физические основы радиохимии» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования — магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «13» июля 2017 г. № 655 и учебным планом.

### СОСТАВИТЕЛИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Занимаемая должность</b>	<b>Место работы</b>
1.	Пучкова Елена Виталиевна	к. х. н.	Доцент кафедры ядерной медицины и радиационных технологий с клиникой	ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины «Физические основы радиохимии» рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры ядерной медицины и радиационных технологий.

Рабочая программа дисциплины «Физические основы радиохимии» рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Института медицинского образования ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России «25» января 2022 г., протокол № 1/2022.

## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Цель изучения дисциплины:**

сформировать у обучающихся представления о свойствах ядерной материи;  
дать обучающимся представления о теоретическом описании атомных ядер;  
ознакомить обучающихся с методами исследования ядерной материи;  
ознакомить обучающихся с видами и механизмами самопроизвольных ядерных превращений;  
дать представление о явлении изотопии и изотопных эффектах.

### **Задачи изучения дисциплины:**

ознакомление с современными моделями, описывающими свойства атомных ядер;  
формирование представлений о методах ядерной физики, применяемых для исследования свойств ядер;  
дать представления о механизмах  $\alpha$ -распада,  $\beta$ - и  $\gamma$ - превращений, спонтанного деления ядер, кластерной радиоактивности и их теоретическом описании;  
формирование представлений о явлении изотопии;  
ознакомление с различными видами изотопных эффектов, их теоретическом описании и практическом применении.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Физические основы радиохимии» относится к Блоку 1 учебного плана.

### **Междисциплинарные и внутродисциплинарные связи:**

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- Медицинская физика, биофизика, математика;
- Физико-химические методы исследования веществ.



### 3.ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих универсальных (УК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

Компетенция	Индикатор	Показатели достижения освоения компетенции	Оценочные средства
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.	УК-1.4. Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области.	Знает: - современные проблемы и методологию химических наук для решения фундаментальных профессиональных задач; - теоретические основы и технологию научно-исследовательской деятельности, суть и логику проведения и проектирования научно-исследовательских работ в области химических или смежных наук.	Для текущего контроля: КВ, Р, Д  Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ
		Умеет: - выделять теоретические, прикладные и инструментальные компоненты в данной области знаний, понимать их роль и функции в подготовке и обосновании научных решений для химических или смежных наук; - распознавать исторические и методологические аспекты в развитии естественнонаучных областей знания	Для текущего контроля: КВ, Р, Д Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ
ОПК-3. Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-3.2. Использует стандартные и оригинальные программные продукты, при необходимости адаптируя их для решения задач профессиональной деятельности.	Знает: - стандартные программные продукты и способы их адаптации для решения задач профессиональной деятельности	Для текущего контроля: КВ, Р, Д Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ
		Умеет: - использовать стандартные и оригинальные программные продукты, при необходимости их адаптируя для решения задач профессиональной деятельности	Для текущего контроля: КВ, Р, Д Для промежуточной аттестации: КВ
ПК-5. Способен выбирать обоснованные подходы к анализу связи структуры и активности и конструированию структур с заданной физиологической активностью с учетом доступной информации об их действии в организме.	ПК-5.1. Применяет знания о химических свойствах известных лекарственных препаратах и их биомишениях, проводит анализ закономерностей «структура – активность» в рядах аналогов соединения-лидера, выявляет корреляции «химическая структура–активность».	Знает: - ядерно-физические характеристики циклотронных ПЭТ радионуклидов, производство радионуклидов в мишенях циклотрона; - принцип автоматизации в ПЭТ радиохимии, типы автоматизированных модулей (кассетные, стационарные), особенности модулей; - межфазный катализ; - методы очистки препаратов	Для текущего контроля: КВ, Р, Д  Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ
		Умеет: - применять профессиональные знания для разработки методов синтеза радиофармпрепаратов; - оформлять стандартные операционные процедуры	Для текущего контроля: КВ, Р, Д Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ

КВ – контрольные вопросы, Р – темы рефератов, Д – темы для докладов



#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ ЗАНЯТИЙ

##### 4.1 Объем дисциплины в академических часах, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную внеаудиторную работу обучающихся

Вид учебной работы	Трудоемкость		Семестры
	объем в академических часах (АЧ)		2
Аудиторные занятия (всего)	36		36
В том числе:	-		-
Занятия лекционного типа	12		12
Занятия семинарского типа	24		24
Из них:			
Семинары (С)	24		24
Самостоятельная внеаудиторная работа (всего)	36		36
В том числе:	-		-
Подготовка к занятиям	4		4
Работа с вопросами для самопроверки	4		4
Самостоятельная проработка отдельных тем учебной дисциплины в соответствии с учебным планом	24		10
Подготовка рефератов, докладов, подбор и изучение литературных источников, Интернет ресурсов	4		18
Промежуточная аттестация – зачет	-		-
Из них на практическую подготовку*	37		37
Общая трудоемкость	часы	72	72
	зач. ед.	2	2

\***Практическая подготовка (ПП)** - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы

##### 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов занятий

Наименование темы (раздела)	Контактная работа, академ.ч.		СР	Всего	Из них на практическую подготовку*
	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа			
		С			
Раздел 1. Ядерная химия и радиохимия.	2	4	2	8	4
Раздел 2. Строение ядерной материи.	2	4	6	12	7
Раздел 3. Теоретические представления о строении ядра.	2	4	6	12	6
Раздел 4. Самопроизвольные ядерные превращения.	2	4	6	12	6
Раздел 5. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.	2	4	6	12	6
Раздел 6. Прохождение ионизирующего излучения через вещество.	2	4	10	16	8
<b>Зачет</b>					
<b>Итого</b>	12	24	36	72	37

С – семинары

***\*Практическая подготовка (ПП) - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы***

Образовательная деятельность в форме практической подготовки, предусматривающая участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, организована в соответствии с разработанным учебным планом и достигает 80% от общей трудоёмкости дисциплины для занятий семинарского типа и 50% от занятий самостоятельной работы



### 4.3 Тематический план занятий лекционного типа дисциплины - всего 12 часов

№ темы	Наименование темы лекционного занятия	Часы	Содержание темы	Формируемые индикаторы компетенций	Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия
<b>Раздел 1. Ядерная химия и радиохимия.</b>					
1.	Предмет радиохимии.	2	Предпосылки возникновения радиохимии как самостоятельной области науки. Основные этапы развития учения о радиоактивности. Определения термина «радиохимия». Современное состояние радиохимии. Основные понятия и определения.	УК-1.4	Мультимедийная аппаратура, презентации
<b>Раздел 2. Строение ядерной материи.</b>					
2.	Строение ядерной материи.	2	Основные понятия и определения. Строение и характеристики нуклонов. Силы ядерного притяжения, их свойства, моделирование сил. Свойства атомных ядер: заряд, радиус, масса, форма, энергия связи, энергия связи нуклона. Особые свойства ядерной материи.	УК-1.4, ОПК-3.2	Мультимедийная аппаратура, презентации
<b>Раздел 3. Теоретические представления о строении ядра.</b>					
3.	Модель жидкой капли. Модель ядерных оболочек. Объединенная модель.	2	Предпосылки появления модели жидкой капли. Формула Вайцзеккера и ее физический смысл. Следствия капельной модели. Предсказательная сила модели. Предпосылки появления оболочечной модели. Ядерные энергетические уровни. Следствия оболочечной модели. Предсказательная сила модели. Объединенная модель. Предсказательная сила модели. Остров сверхтяжелых элементов.	УК-1.4	Мультимедийная аппаратура, презентации
<b>Раздел 4. Самопроизвольные ядерные превращения.</b>					
4.	Виды самопроизвольных ядерных превращений.	2	Условия, причины и виды радиоактивности атомных ядер. $\alpha$ -распад. Явление $\alpha$ -распада. Строение и свойства $\alpha$ -частиц. Схемы $\alpha$ -распада. Длиннопробежные $\alpha$ -частицы. Энергетические условия $\alpha$ -распада. Распределение энергии между частицами при $\alpha$ -распаде. Энергетический спектр $\alpha$ -частиц. Виды $\alpha$ -превращений. Характеристика частиц, испускаемых при $\alpha$ -превращениях. Схемы $\alpha$ -превращений. Энергетические условия $\beta$ -превращений. Распределение энергии между частицами при $\beta$ -превращениях. Энергетический спектр $\beta$ -частиц. $\gamma$ -превращения, их виды. Свойства $\gamma$ -квантов. Виды $\gamma$ -переходов. Ядерные изомеры.	УК-1.4	Мультимедийная аппаратура, презентации
<b>Раздел 5. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.</b>					
5.	Взаимодействие ядерного излучения с веществом.	2	Взаимодействие $\alpha$ -излучения с веществом: неупругое взаимодействие с электронами, неупругое рассеяние ядром, упругое рассеяние ядром. Взаимодействие $\beta$ -излучения с веществом: неупругое рассеяние электронами, упругое рассеяние ядром, обратное рассеяние, тормозное излучение, излучение Вавилова-Черенкова. Взаимодействие $\gamma$ -излучения с веществом: фотоэффект, Комптоновское рассеяние, образование пары электрон-позитрон.	УК-1.4	Мультимедийная аппаратура, презентации
<b>Раздел 6. Прохождение ионизирующего излучения через вещество.</b>					



6.	Закономерности прохождения ионизирующего излучения через вещество.	2	$\alpha$ -излучение: пробег, траектория, кривая ослабления, кривая Брэгга. $\beta$ -излучение: пробег, траектория, кривая ослабления, слой полного поглощения, слой половинного поглощения. $\gamma$ -излучение: кривая ослабления, слой половинного поглощения.	УК-1.4	Мультимедийная аппаратура, презентации
----	--	---	--	--------	--

#### 4.4 Тематический план занятий семинарского типа- всего 24 часа

Семинары – 24 часа

№ темы	Форма проведения занятий семинарского типа	Наименование темы занятия семинарского типа	Часы, в том числе на ПП*	Содержание темы практического занятия	Формируемые индикаторы компетенций	Формы и методы текущего контроля
<b>Раздел № 1. . Строение ядерной материи.</b>						
1.	Семинар № 1.	Строение ядерной материи.	2 из них на ПП- 80%	1. Свойства нуклонов. 2. Изотопы, изотоны, изобары, изомеры. 3. Скорость движения нуклонов. 4. Длина волны де Бройля.	УК-1.4 ОПК-3.2, ПК-5.1	КВ,Р
<b>Раздел № 2. Свойства атомных ядер.</b>						
2.	Семинар № 2.	Свойства атомных ядер.	6 из них на ПП- 80%	1. Вычисление радиуса ядра. 2. Вычисление объема ядра. 3. Вычисление плотности ядерной материи. 4. Дефект массы. 5. Определение энергии связи ядра. 6. Вычисление энергии связи нуклона.	УК-1.4 ОПК-3.2, ПК-5.1	КВ
<b>Раздел № 3. Теоретические представления о строении ядра.</b>						
3.	Семинар № 3.	Модель жидкой капли. Модель ядерных оболочек.	4 из них на ПП- 80%	1. Магические и дважды магические ядра, их особые свойства. 2. Аналогия ядерной материи и капли воды. Формула Вайцеккера. 3. Вычисление энергии связи ядра. 4. Аналогия между ядерными и электронными оболочками. 5. Сверхтяжелые элементы.	УК-1.4 ОПК-3.2, ПК-5.1	КВ, Р
<b>Раздел № 4. Самопроизвольные ядерные превращения.</b>						
4.	Семинар № 4.	Причины радиоактивности. Виды самопроизвольных ядерных превращений.	6 из них на ПП- 80%	1. Анализ зависимости удельной энергии связи нуклона от массового числа. 2. Построение схем $\alpha$ -распада. 3. Построение схем $\beta$ - и $\beta^+$ -распада.	УК-1.4 ОПК-3.2, ПК-5.1	КВ



				4. Построение цепочек ядерных превращений. 5. Энергетика самопроизвольных ядерных превращений.		
<b>Раздел № 5. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.</b>						
5.	Семинар № 5.	Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.	2 из них на ПП- 80%	1. Ионизирующая способность $\alpha$ -излучения. 2. Кривая Брэгга. 3. Ионизирующая способность $\beta$ -излучения. 4. Тормозное излучение. 5. Ионизационные и радиационные потери энергии. 6. Ионизирующая способность $\gamma$ -излучения.	УК-1.4 ОПК-3.2, ПК-5.1	КВ, Р
<b>Раздел № 6. Прохождение ионизирующего излучения через вещество.</b>						
6.	Семинар № 6.	Прохождение ионизирующего излучения через вещество.	4 из них на ПП- 80%	1. Траектория и пробег $\alpha$ -излучения. 2. Кривая поглощения $\alpha$ -излучения. 3. Траектория и пробег $\beta$ -излучения. 4. Закон ослабления $\beta$ -излучения. Линейный и массовый коэффициенты ослабления. 5. Вычисление максимального пробега $\beta$ -частиц и слоя половинного поглощения. 6. Закон ослабления $\gamma$ -излучения. Слой половинного ослабления. 7. Составляющие линейного и массового коэффициентов ослабления. .	УК-1.4, ПК-5.1	КВ, Р, Д
Итого				24 часа из них на ПП- 19 часов		

*КВ – контрольные вопросы, Р – темы рефератов, Д – темы для докладов*

*\*Практическая подготовка (ПП) - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы*

#### 4.5 Внеаудиторная самостоятельная работа – всего 36 часов

Вид самостоятельной работы	Часы, в том числе на ПП*	Формируемые индикаторы компетенций
Подготовка к занятиям	4 из них на ПП- 50%	УК-1.4 ОПК-3.2, ПК-5.1
Работа с вопросами для текущего контроля	4 из них на ПП- 50%	УК-1.4
Самостоятельная проработка отдельных тем учебной дисциплины в соответствии с учебным планом	24 из них на ПП- 50%	УК-1.4, ОПК-3.2
Подготовка рефератов, докладов, подбор и изучение литературных источников, интернетресурсов	4 из них на ПП- 50%	УК-1.4, ОПК-3.2, ПК-5.1
Итого	36 часов из них на ПП- 18 часов	

*\*Практическая подготовка (ПП) - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы*

##### 4.5.1 Самостоятельная проработка некоторых тем – всего 24 часа

Название темы	Часы, в том числе на ПП*	Формируемые индикаторы компетенций	Методическое обеспечение
Строение ядерной материи.	2 из них на ПП- 50%	УК-1.4	Г. Чоппин, Я. Ридберг. Ядерная химия. Основы теории и применения. М.: Энергоатомиздат, 1984. <a href="https://www.studmed.ru/choppin-g-ridberg-ya-yadernaya-himiya_cd27dcd640e.html">https://www.studmed.ru/choppin-g-ridberg-ya-yadernaya-himiya_cd27dcd640e.html</a>  Ишханов Б.С., Касатонов И.М., Юдин Н.П. Частицы и атомные ядра: Учебник. - М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013.  Пучкова Е. В. Ядерная химия. Избранные главы: учебник. Санкт-Петербург: Лань, 2020. <a href="https://vk.com/doc258522208_588442210?hash=9ab70dfe8c1c4fbf12">https://vk.com/doc258522208_588442210?hash=9ab70dfe8c1c4fbf12</a>
Свойства атомных ядер.	4 из них на ПП- 50%	УК-1.4	Бекман И. Н. Фундаментальная радиохимия. Учебник и практикум. Т.1. М.: Юрайт, 2016. <a href="https://avidreaders.ru/book/radiohimiya-v-2-t-t-1.html">https://avidreaders.ru/book/radiohimiya-v-2-t-t-1.html</a>  Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика: в 3-х т. Т.1. Физика атомного ядра. СПб.: Изд-во «Лань», 2008.  Пучкова Е. В. Ядерная химия. Избранные главы: учебник. Санкт-Петербург: Лань, 2020. <a href="https://vk.com/doc258522208_588442210?hash=9ab70dfe8c1c4fbf12">https://vk.com/doc258522208_588442210?hash=9ab70dfe8c1c4fbf12</a>
Теоретические представления о строении ядра.	4 из них на ПП- 50%	УК-1.4	Ишханов Б.С., Касатонов И.М., Юдин Н.П. Частицы и атомные ядра: Учебник. - М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013.  Келлер К. Радиохимия. М.: Атомиздат, 1978.  Пучкова Е. В. Ядерная химия. Избранные главы: учебник. Санкт-Петербург: Лань, 2020. <a href="https://vk.com/doc258522208_588442210?hash=9ab70dfe8c1c4fbf12">https://vk.com/doc258522208_588442210?hash=9ab70dfe8c1c4fbf12</a>



			4fbf12
Самопроизвольные ядерные превращения.	4 из них на ПП- 50%	УК-1.4	Келлер К. Радиохимия. М.: Атомиздат, 1978. Алиев Р.А., Калмыков С.Н. Радиоактивность. СПб.: Лань, 2013. Радиоактивные индикаторы в химии. Основы метода: Учебное пособие для университетов. Под ред. В. Б. Лукьянова. М.: Высш. шк., 1985. <a href="https://studizba.com/files/show/pdf/40187-1-v-b-luk-yanov--radioaktivnye-indikatory.html">https://studizba.com/files/show/pdf/40187-1-v-b-luk-yanov--radioaktivnye-indikatory.html</a>
Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.	4 из них на ПП- 50%	УК-1.4	Келлер К. Радиохимия. М.: Атомиздат, 1978. Радиоактивные индикаторы в химии. Основы метода: Учебное пособие для университетов. Под ред. В. Б. Лукьянова. М.: Высш. шк., 1985. <a href="https://studizba.com/files/show/pdf/40187-1-v-b-luk-yanov--radioaktivnye-indikatory.html">https://studizba.com/files/show/pdf/40187-1-v-b-luk-yanov--radioaktivnye-indikatory.html</a>
Прохождение ионизирующего излучения через вещество.	6 из них на ПП- 50%	УК-1.4	Бекман И. Н. Фундаментальная радиохимия. Учебник и практикум. Т.1. М.: Юрайт, 2016. <a href="https://avidreaders.ru/book/radiohimiya-v-2-t-t-1.html">https://avidreaders.ru/book/radiohimiya-v-2-t-t-1.html</a> Радиоактивные индикаторы в химии. Основы метода: Учебное пособие для университетов. Под ред. В. Б. Лукьянова. М.: Высш. шк., 1985. <a href="https://studizba.com/files/show/pdf/40187-1-v-b-luk-yanov--radioaktivnye-indikatory.html">https://studizba.com/files/show/pdf/40187-1-v-b-luk-yanov--radioaktivnye-indikatory.html</a>
Итого	24 часа из них на ПП- 12 часов		

*\*Практическая подготовка (ПП) - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы*

## 5. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1 Виды оценочных средств, используемых при текущем контроле и промежуточной аттестации

Формы контроля	Название раздела дисциплины	Общее количество оценочных средств			
		КВ	ТЗ	Р	Д
Текущий контроль	Раздел № 1. Ядерная химия и радиохимия.	5	-	2	-
	Раздел № 2. Строение ядерной материи.	5	-	-	-
	Раздел № 3. Теоретические представления о строении ядра.	5	-	2	-
	Раздел № 4. Самопроизвольные ядерные превращения.	6	-	-	-
	Раздел № 5. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.	6	-	2	-
	Раздел № 6. Прохождение ионизирующего излучения через вещество.	6	-	2	6
Промежуточная аттестация по дисциплине – зачет		39	60	-	-



*КВ – контрольные вопросы, ТЗ – тестовые задания, Р – темы рефератов, Д – темы для докладов*

## **5.2 Организация текущего контроля знаний УК, ОПК, ПК**

№ п/п	Наименование темы (раздела) Дисциплины	Код контролируемого индикатора компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Раздел № 1. Ядерная химия и радиохимия.	УК-1.4, ОПК-3.2, ПК-5.1	КВ
2.	Раздел № 2. Строение ядерной материи.	УК-1.4, ОПК-3.2, ПК-5.1	КВ
3.	Раздел № 3. Теоретические представления о строении ядра.	УК-1.4, ПК-5.1, ОПК-3.2	КВ, Р
4.	Раздел № 4. Самопроизвольные ядерные превращения.	УК-1.4, ОПК-3.2, ПК-5.1	КВ
5.	Раздел № 5. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.	УК-1.4, ПК-5.1, ОПК-3.2	КВ, Р
6.	Раздел № 6. Прохождение ионизирующего излучения через вещество.	УК-1.4, ОПК-3.2, ПК-5.1	КВ, Р, Д

*КВ – контрольные вопросы, Р – темы рефератов, Д – темы для докладов*

## **5.3 Организация контроля самостоятельной работы**

№ п/п	Вид работы	Код контролируемого индикатора компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Подготовка к занятиям	УК-1.4, ОПК-3.2, ПК-5.1	КВ
2.	Работа с вопросами для самопроверки	УК-1.4, ОПК-3.2, ПК-5.1	КВ
3.	Самостоятельная проработка отдельных тем учебной дисциплины в соответствии с учебным планом	УК-1.4, ОПК-3.2, ПК-5.1	КВ
4.	Подготовка рефератов, докладов, подбор и изучение литературных источников, интернетресурсов	УК-1.4, ОПК-3.2, ПК-5.1	Р, Д

*КВ – контрольные вопросы, Р – темы рефератов, Д – темы для докладов*

## **5.4 Организация промежуточной аттестации**

**Форма промежуточной аттестации по дисциплине – зачет**

**Этапы проведения промежуточной аттестации:**

Этапы	Вид задания	Оценочные материалы	Проверяемые индикаторы компетенций
1	Тестирование	ТЗ	УК-1.4, ОПК-3.2, ПК-5.1
2	Собеседование	КВ	УК-1.4, ОПК-3.2, ПК-5.1

*КВ – контрольные вопросы, ТЗ – тестовые задания*

Критерии оценивания результата промежуточной аттестации:

«Зачтено» – при условии положительных результатов на 1, 2 этапе.

«Не зачтено» – при наличии одного или более неудовлетворительных результатов.

**Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (приложение 1 к рабочей программе).**



## Примеры типовых контрольных вопросов

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
1	Определение радиохимии.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа: Радиохимия – раздел химии, изучающий свойства радиоактивных веществ, к которым относятся химические соединения радиоактивных элементов и радионуклиды. К радиоактивным элементам относят химические элементы, не имеющие стабильных изотопов, например, Tc, Po, Ra, Th, U, группа трансуранов. К радионуклидам относятся все радиоактивные ядра, в том числе радиоактивные изотопы нерадиоактивных элементов.</p>	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
2	Основные разделы радиохимии.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа: В настоящее время в радиохимии выделяют 4 основных раздела: 1) общая радиохимия (изучает поведение радиоактивных веществ и радионуклидов в различных средах); 2) химия радиоактивных элементов (исследует химические свойства радиоактивных элементов и радиоактивных изотопов стабильных элементов); 3) химия ядерных превращений (изучает свойства и химическое поведение радионуклидов, образующихся в результате ядерных превращений, в том числе «горячие атомы»); 4) прикладная радиохимия (включает направления, связанные с синтезом и применением соединений радиоактивных элементов, получением радиофармпрепаратов и так называемых «меченых» соединений).</p>	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
3	Определение ядерной химии.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа: Ядерная химия – область науки, которая устанавливает взаимосвязь между физико-химическими и ядерно-физическими свойствами вещества. Важнейшая задача ядерной химии – выделение и идентификация радиохимическими методами продуктов ядерных реакций, в которых образуется сложная смесь радионуклидов различных элементов.</p>	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
4	Основные направления ядерной химии.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа: Основные направления ядерной химии: исследование химических последствий ядерных реакций, а также спонтанных и индуцированных ядерных превращений; исследование химического поведения так</p>	

	называемых «новых атомов (позитрония Ps и мюония Mu); изучение химических эффектов в спектрах ядерного резонанса и спектрах электронов внутренней конверсии; открытие новых видов радиоактивного распада ядер по продуктам распада.	
--	---	--

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
5	Характеристика позитрония.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: «Новыми атомами» называют системы, в которых либо протоны, либо электроны заменены другими одноименно заряженными элементарными частицами. Позитроний, связанная водородоподобная система $e^+e^-$ , состоящая из электрона $e^-$ и позитрона $e^+$ . Позитроний образуется при столкновениях медленных позитронов с атомами вещества и захвате позитроном атомного электрона.	

**Примеры типовых тем рефератов и докладов:**

1. Современные задачи ядерной химии и радиохимии.
2. Атомное ядро как капля воды.
3. Атомное ядро как кристаллическая структура.
4. Самопроизвольные ядерные превращения в биологических объектах.
5. Самопроизвольные ядерные превращения на звездах.

**Примеры типовых тестовых заданий:**

№ п/п	Тестовое задание	Эталон (ключ) ответа	Проверяемые компетенции
1.	Выберите один правильный ответ. Ядерная химия – это: а) раздел радиохимии б) раздел прикладной радиохимии в) раздел ядерной физики г) самостоятельная область науки	d	УК-1.4 ОПК-3.2
2.	Выберите один правильный ответ. Позитроний - это: а) система, состоящая из позитрона и электрона б) химический элемент в) радионуклид г) молекула	a	УК-1.4 ОПК-3.2
3.	Выберите один правильный ответ. Атомное ядро состоит из: а) протонов и электронов б) протонов в) протонов и нейтронов г) нейтронов и электронов	c	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1



4.	Дополните ответ. Причина захвата электрона связана с _____. Ответ: _____:	избытком протонов в ядре	ОПК-3.2 ПК-5.1
5.	Дополните ответ. Атомы с различным числом протонов и нейтронов, но с одинаковым общим числом нуклонов в ядре называются _____. Ответ: _____:	изобарами	ОПК-3.2 ПК-5.1

**Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине** (приложение 1 к рабочей программе).

## **6.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В ИМО создана и функционирует электронная информационно-образовательная среда (далее - ЭИОС), включающая в себя электронные информационные ресурсы, электронные образовательные ресурсы. ЭИОС обеспечивает освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся. Электронные библиотеки обеспечивают доступ к профессиональным базам данных, справочным и поисковым системам, а также иным информационным ресурсам.

### **6.1. Программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:**

Операционная система семейства Windows

Пакет OpenOffice

Пакет LibreOffice

Microsoft Office Standard 2016

NETOP Vision Classroom Management Software

Образовательный портал ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России

<http://moodle.almazovcentre.ru/>

САБ «Ирбис 64» - система автоматизации библиотек. Электронный каталог АРМ «Читатель» и Web-Ирбис

### **6.2. Профессиональные базы данных, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:**

Электронная библиотечная система «Медицинская библиотека «MEDLIB.RU» ([www.medlib.ru](http://www.medlib.ru))

Электронная медицинская библиотека «Консультант врача» ([www.rosmedlib.ru](http://www.rosmedlib.ru))

ЭБС «Букап» (<https://www.books-up.ru/>)

ЭБС «Юрайт» (<https://urait.ru/>)

Электронная библиотека Профи-Либ «Медицинская литература издательства "Спецлит"» (<https://speclit.profy-lib.ru/>)

Всемирная база данных статей в медицинских журналах PubMed <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>



### **6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины:**

Поисковые системы Yandex (<http://www.yandex.ru/>)  
Мультимедийный словарь перевода слов онлайн Мультитран (<http://www.multitrans.ru/>)  
Университетская информационная система РОССИЯ (<https://uisrussia.msu.ru/>)  
Публикации ВОЗ на русском языке (<https://www.who.int/ru/publications/i>)  
Международные руководства по медицине (<https://www.guidelines.gov/>)  
Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ) (<http://www.femb.ru>)  
Боль и ее лечение ([www.painstudy.ru](http://www.painstudy.ru))  
US National Library of Medicine National Institutes of Health ([www.pubmed.com](http://www.pubmed.com))  
Русский медицинский журнал ([www.rmj.ru](http://www.rmj.ru))  
Министерство здравоохранения Российской Федерации ([www.gosminzdrav.ru](http://www.gosminzdrav.ru))  
КиберЛенинка — это научная электронная библиотека (<https://cyberleninka.ru>)  
Российская государственная библиотека ([www.rsl.ru](http://www.rsl.ru))

### **6.4. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:**

#### **Основная литература:**

1. Физическая химия: учебник / А. И. Марахова. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. - Текст: электронный // URL: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970458341.html>
2. Терапевтическая радиология: национальное руководство / под ред. А. Д. Каприна, Ю. С. Мардынского. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. - Текст: электронный // URL: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970451281.html>
3. Получение изотопов: учеб. пособие для вузов / Лизунов А. В. - М.: Издательский дом МЭИ, 2019. - Текст: электронный // URL: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785383012550.html>

#### **Дополнительная литература:**

1. Строение атома. Химическая связь: учебное пособие / Громова Е. Ю. - Казань: Издательство КНИТУ, 2017. - Текст : электронный // URL : <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785788222769.html>
2. Основы радиохимии: учеб. пособие / Ю. П. Давыдов - Минск: Выш. шк., 2014. - Текст : электронный // URL : <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9789850623959.html>
3. Методы получения радиофармацевтических препаратов и радио-нуклидных генераторов для ядерной медицины: учебное пособие для вузов / Г. Е. Кодина, Р. Н. Красикова – М.: Издательский дом МЭИ, 2014. - Текст : электронный // URL : <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785383007495.html>
4. Рациональная фармакотерапия в онкологии / под ред. М. И. Давыдова, В. А. Горбуновой – М.: Литтерра, 2017. - Текст : электронный // URL : <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785423502447.html>
5. Радиобиология: термины и понятия: энцикл. справ. / Г. Г. Верещако, А. М. Ходосовская - Минск: Белорус. наука, 2016. - Текст : электронный // URL : <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9789850820174.html>
6. Биофизическая и бионеорганическая химия: учебник / Ленский А.С. Белавин И.Ю. Быликин С.Ю. - М.: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2020. - Текст : электронный // URL : <https://www.medlib.ru/library/library/books/37968>



## **7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ:**

7.1. Учебно-методические материалы для обучающихся: Учебно-методическое пособие по организации аудиторной работы и внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Физические основы радиохимии» программы высшего образования - магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия Центр Алмазова располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебной дисциплиной.

Для проведения занятий по дисциплине «Физические основы радиохимии» специальные помещения имеют материально-техническое и учебно-методическое обеспечение:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения для представления учебной информации.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

## **9. КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Состав и квалификация научно-педагогических работников, обеспечивающих осуществление образовательного процесса по дисциплине «Физические основы радиохимии» соответствует требованиям ФГОС ВО магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия и отражен в Справке о кадровом обеспечении основной образовательной программы высшего образования.

## **10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется кафедрой с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).



В целях освоения рабочей программы дисциплины «Физические основы радиохимии» инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья кафедра обеспечивает:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

– размещение в местах доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий;

– присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

– выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

– надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;

3) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:

– возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения кафедры, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

При освоении рабочей программы дисциплины обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются бесплатно специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература и специальные технические средств обучения коллективного и индивидуального пользования, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков

При освоении программы дисциплины обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются бесплатно специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература и специальные технические средств обучения коллективного и индивидуального пользования, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.



**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА**  
**К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОХИМИИ»**  
(наименование дисциплины)

**Магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия**

Профиль: Радиохимия

Квалификация (степень) выпускника: Магистр

Форма обучения: очная

**Срок освоения ОПОП ВО:** 2 года

*(нормативный срок обучения)*

**ПАСПОРТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине «ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОХИМИИ»**

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями: УК-1.4., ОПК-3.2, ПК-5.1.**

**1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций в процессе изучения дисциплины**

Индикатор	Показатели достижения освоения компетенции	Оценочные средства
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.		
УК-1.4. Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области.	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- системные взаимосвязи внутри дисциплины и междисциплинарные отношения в современной науке;</li> <li>- основные положения учения о структуре, логической организации всего разнообразия методов, принципов и подходов с целью анализа проблемной ситуации и выбора способа ее решения с учетом особенностей избранной сферы профессиональной деятельности.</li> </ul>	<p>Для текущего контроля: КВ, Р, Д</p> <p>Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ</p>
	<p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить критический анализ научных, научно-методических и учебно-методических материалов для выделения научной проблемы;</li> <li>- актуализировать проблематику научного исследования на основе междисциплинарного подхода и интеграции знаний;</li> <li>- выделять научную проблему на основе анализа отечественной и зарубежной научной и научно-методической литературы, включая современный информационный поиск.</li> </ul>	<p>Для текущего контроля: КВ, Р, Д</p> <p>Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ</p>
ОПК-3. Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности.		
ОПК-3.2. Использует стандартные и оригинальные программные продукты, при необходимости адаптируя их для решения задач профессиональной деятельности.	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- исторический характер научной рациональности;</li> <li>- ключевые проблемы научного познания о современных химических процессах;</li> <li>- важнейшие системы научных ценностей, сформировавшиеся в ходе исторического развития.</li> </ul>	<p>Для текущего контроля: КВ, Р, Д</p> <p>Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ</p>
	<p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать направления научной, аналитической и методической работы, содержание исследовательских программ, тематик методических пособий, состава докладов для семинаров, конференций;</li> <li>- формулировать новые задачи, возникающие в ходе исследования;</li> <li>- выбирать, обосновывать и осваивать современные методы, адекватные поставленной цели для системной оценки последствий реализации социально значимых проектов.</li> </ul>	<p>Для текущего контроля: КВ, Р, Д</p> <p>Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ</p>
ПК-5. Способен выбирать обоснованные подходы к анализу связи структуры и активности и конструированию структур с заданной физиологической активностью с учетом доступной информации действию в организме.		



ПК-5.1. Применяет знания о химических свойствах известных лекарственных препаратах и их биомиметизации, проводит анализ закономерностей «структура – активность» в рядах аналогов соединения-лидера, выявляет корреляции «химическая структура–активность».	Знает: правила работы с информацией профессионального содержания в глобальных компьютерных сетях из зарубежных источников.	Для текущего контроля: КВ, Р, Д  Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ
	Умеет: искать необходимую информацию в справочной, методической и научной литературе на русском и английском языке.	Для текущего контроля: КВ, Р, Д  Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ

*КВ – контрольные вопросы, Р – темы рефератов, Д – темы для докладов*

## 2. Организация текущего контроля

№ п/п	Наименование темы (раздела) Дисциплины	Код контролируемого индикатора компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Раздел № 1. Ядерная химия и радиохимия.	УК-1.4, ОПК-3.2, ПК-5.1	КВ
2.	Раздел № 2. Строение ядерной материи.	УК-1.4, ОПК-3.2, ПК-5.1	КВ
3.	Раздел № 3. Теоретические представления о строении ядра.	УК-1.4, ПК-5.1, ОПК-3.2	КВ, Р
4.	Раздел № 4. Самопроизвольные ядерные превращения.	УК-1.4, ОПК-3.2, ПК-5.1	КВ
5.	Раздел № 5. Явление изотопии.	УК-1.4, ПК-5.1, ОПК-3.2	КВ, Р
6.	Раздел № 6. Изотопные эффекты.	УК-1.4, ОПК-3.2, ПК-5.1	КВ, Р, Д

*КВ – контрольные вопросы, Р – темы рефератов, Д – темы для докладов*

## 3. Форма промежуточной аттестации по дисциплине – зачет.

## 4. Этапы проведения промежуточной аттестации:

Этапы	Вид задания	Оценочные материалы	Проверяемые индикаторы компетенций
1	Тестирование	ТЗ	УК-1.4, ОПК-3.2, ПК-5.1
2	Собеседование	КВ	УК-1.4, ОПК-3.2, ПК-5.1

*КВ – контрольные вопросы, ТЗ – тестовые задания*

## 5. Критерии оценивания заданий промежуточной аттестации (для зачета):

Вид задания	«Не зачтено»	«Зачтено»
Тестовые задания	Менее 70 % правильных ответов	Не менее 70% правильных ответов
Собеседование по контрольным вопросам	Имеет фрагментарные, не систематизированные знания по предмету. Неправильное использование основных научных понятий и терминов. Множественные, существенные ошибки. Отсутствие ответов на дополнительные вопросы.	Имеет глубокие, систематизированные знания по предмету. Дает четкие и развернутые ответы на вопросы. Демонстрирует знание взаимосвязи основных понятий дисциплины. Демонстрирует способность применения полученных знаний на практике.



**Критерии оценивания результата промежуточной аттестации:**

При проведении контроля в форме зачета используется следующая шкала оценки: зачтено/не зачтено

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ****Темы рефератов и докладов для текущего контроля:**

1. Современные задачи ядерной химии и радиохимии.
2. История появления радиохимии и ядерной химии.
3. История развития метода центрифугирования газов.
4. История создания технологии разделения изотопов урана центрифугированием.
5. Тяжелая вода и ее воздействие на биологические объекты.
6. Самопроизвольные ядерные превращения в земных условиях.
7. Самопроизвольные ядерные превращения на звездах.
8. Теоретические представления об  $\alpha$ -распаде.
9. Теоретические представления о  $\beta$ -превращениях. Теория Ферми.
10. Теоретические представления о процессе спонтанного деления ядер.
11. Предсказания жидкокапельной модели.
12. Предсказания оболочечной модели.
13. Изомерный переход и его причины.
14. Биологические изотопные эффекты.

**Контрольные вопросы для текущего контроля:**

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
1	Опишите основные разделы радиохимии.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: В настоящее время в радиохимии выделяют 4 основных раздела: 1) общая радиохимия (изучает поведение радиоактивных веществ и радионуклидов в различных средах); 2) химия радиоактивных элементов (исследует химические свойства радиоактивных элементов и радиоактивных изотопов стабильных элементов); 3) химия ядерных превращений (изучает свойства и химическое поведение радионуклидов, образующихся в результате ядерных превращений, в том числе «горячие атомы»); 4) прикладная радиохимия (включает направления, связанные с синтезом и применением соединений радиоактивных элементов, получением радиофармпрепаратов и так называемых «меченых» соединений).	

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
2	Опишите основные характеристики протона и нейтрона.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: Атомное ядро – система, состоящая из нуклонов. Нуклон может находиться в одном из двух состояний, которые различаются по отношению к электромагнитному полю: в виде протона или нейтрона. Электрический заряд протона равен $+1e$ , заряд нейтрона равен 0. Массы покоя нуклонов различаются незначительно в любых системах единиц: для протона составляет 1,00759 а.е.м., а у нейтрона она выше – 1,00898 а.е.м. Это обстоятельство обуславливает	



	<p>нестабильность свободного нейтрона, который испытывает <math>\beta^-</math>-распад. В свою очередь, протон может испытать либо позитронный распад, либо электронный захват, но только <b>в составе атомного ядра</b>: свободный протон – стабильная частица.</p>	
--	---	--

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
3	Строение атомных ядер.	<p>УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1</p>
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Атомное ядро, центральная, компактная часть атома, в которой сосредоточен весь его положительный заряд и более 99,94 % массы. Размер атомного ядра <math>10^{-15}</math>–<math>10^{-14}</math> м, что примерно в <math>10^5</math> раз меньше размера атома. Атомное ядро состоит из <math>Z</math> протонов (<math>p</math>) и <math>N</math> нейтронов (<math>n</math>), имеет положительный заряд <math>Q=Z \cdot  e </math>, где <math>e</math> – элементарный электрический заряд. Число <math>Z</math> равно числу электронов в нейтральном атоме и совпадает с порядковым номером элемента в периодической системе химических элементов. Важнейшими характеристиками ядра являются его энергетическое состояние, а также спин, чётность, изотопический спин.</p>	

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
4	Основные положения теории кварков.	<p>УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1</p>
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Адроны, как составные системы, состоят из более мелких частиц – кварков, которые представляют собой истинно элементарные частицы и поэтому бесструктурны. Главная особенность кварков – их дробный электрический заряд. Кварки могут соединяться друг с другом двумя способами – парами и тройками. Соединение трех кварков образует барионы (среди которых всем известные протоны и нейтроны, а также гипероны и резонансы). Система кварк-антикварк образует мезоны – частицы также участвующие в сильных (адронных) взаимодействиях, например, <math>\pi</math>-мезоны, самые легкие представители класса адронов.</p>	

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
5	Аналогия ядерной материи с ферми-жидкостью.	<p>УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1</p>
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Ядро может вести себя и как газ (Ферми-газ) и как жидкость (квантовая жидкость). Холодная ядерная жидкость обладает свойствами сверхтекучести. В сильно нагретом ядре происходит распад нуклонов на составляющие их кварки. Эти кварки взаимодействуют обменом глюонами. В результате такого распада совокупность нуклонов внутри ядра превращается в новое состояние материи - кварк-глюонную плазму. Кварк-глюонная плазма - состояние сильно взаимодействующей материи, в которой освобожденные цветные кварки и глюоны образуют непрерывную среду (хромоплазму) и могут распространяться в ней как квазисвободные частицы. Возникает “цветопроводимость” аналогичная электропроводности, возникающей в</p>	



	обычной электрон-ионной плазме. По современным представлениям кварк-глюонная плазма может образовываться при высоких температурах и/или больших плотностях адронной материи.	
--	--	--

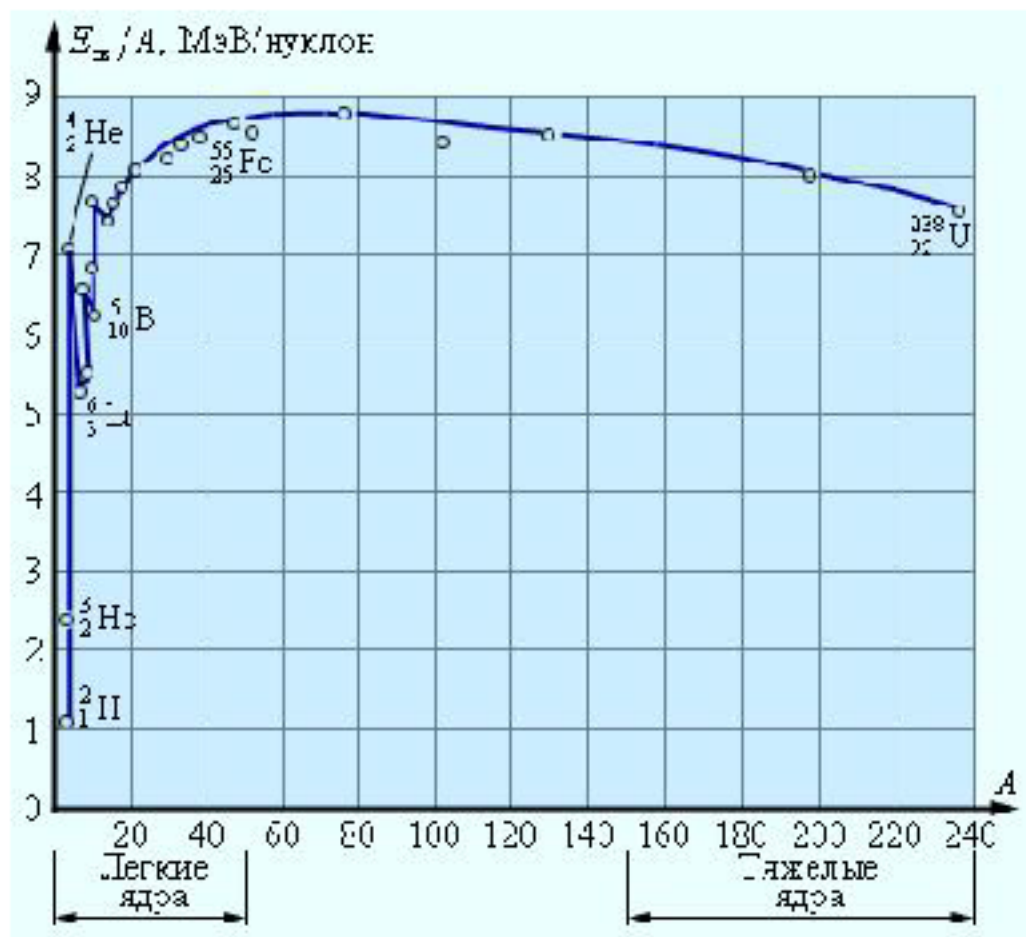
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
6	Характеристика сил ядерного притяжения.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа:</p> <p>В квантовой физике взаимодействие между частицами передается с помощью частиц, которые называются переносчиками взаимодействий. Ядерное взаимодействие передаётся с помощью <math>\pi</math>-мезонов - квантов ядерного поля.</p> <p>Нуклон-нуклонное взаимодействие можно описать в рамках концепции потенциала. Минимум потенциала при расстоянии от центра ядра <math>r \approx 0.8</math> Фм, а глубина в этой точке - порядка 70-80 МэВ. При <math>r &lt; 0.8</math> Фм потенциал возрастает. При <math>r &gt; 0.8</math> Фм отрицательный потенциал приближается с ростом <math>r</math> к нулю. Этот участок NN-потенциала отвечает силам притяжения. Среднее расстояние между нуклонами в ядре составляет около 2 Фм.</p>	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
7	Моделирование ядерных сил.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Взаимодействие между нуклонами имеет кварк-глюонную природу. На относительно больших расстояниях между адронами (<math>\approx 1</math> Фм), т.к. цветные частицы не могут вылетать из адрона, взаимодействие адронов происходит в результате коллективного взаимодействия всех кварков и глюонов одного адрона со всеми кварками и глюонами другого. Переносчиками этого взаимодействия должны быть бесцветные адроны. Такой механизм взаимодействия реализуется только на расстояниях <math>\sim 0.5-2</math> Фм. Нуклон-нуклонные взаимодействия описывают как обмен виртуальными мезонами. Мезоны бесцветны и состоят из кварк-антикварковых пар. Концепция мезонного обмена хорошо работает на сравнительно больших расстояниях <math>\approx 2</math> Фм, на которых можно не учитывать внутреннюю структуру мезонов и рассматривать их как точечные частицы.</p>	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
8	Капельная модель ядра.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Усилиями Н. Бора была создана модель «жидкой капли» – первая модель</p>	



	<p>атомного ядра. Основанием для ее введения служит сходство ядерной материи с жидкостью. К таким свойствам следует отнести: несжимаемость ядра, постоянство ядерной плотности: <math>\rho_N \sim \text{const}</math>, а также свойство насыщения ядерных сил. Тогда радиус ядра <math>R = r_0 A^{1/3}</math>, где <math>r_0</math> - практически постоянный коэффициент за исключением самых лёгких ядер. В модели предполагается, что атомное ядро – сильно связанная система частиц. Модель описывает: энергию связи ядра, ядерные реакции при низких энергиях, идущие через составное ядро Бора, реакции деления ядер.</p>	
--	--	--

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
9	<p>Зависимость энергии связи нуклона от массового числа.</p> <p>Эталон ответа:</p>  <p>Зависимость удельной энергии связи (<math>E_{св}/A</math>) от массового числа <math>A</math> ядра показана на рисунке. Видно, что с ростом массового числа удельная энергия связи сначала увеличивается, потом достигает максимума (около 8,8 МэВ/нуклон), а далее с ростом <math>A</math> постепенно снижается до 7,6 МэВ/нуклон для изотопа урана. При этом максимальную удельную энергию связи имеют ядра элементов с массовыми числами от 50 до 60, т.е. ядра железа и близких к нему элементов.</p>	<p>УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1</p>

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
10	<p>От чего зависит время жизни радиоактивного ядра в природе.</p> <p>Эталон ответа:</p> <p>Чтобы радиоактивное вещество удалось обнаружить в природе период полураспада должен быть не намного меньше возраста Земли или оно должно образовываться в результате распада другого радиоактивного вещества или в ядерной реакции.</p> <p>Существуют различные причины, в силу которых времена жизни нестабильных ядер могут изменяться на несколько порядков.</p> <p>а) Испускание тяжелых положительно заряженных частиц сильно подавляется потенциальным (кулоновским) барьером.</p> <p>б) Причиной больших времен жизни радиоактивных ядер может быть малая интенсивность взаимодействия, за счет которого происходит распад.</p> <p>в) Время жизни радиоактивного ядра сильно зависит от энергии, выделяющейся при распаде. Если эта энергия мала, то время жизни резко возрастает.</p> <p>г) Время жизни радиоактивного ядра сильно зависит и от разности значений спинов исходного и конечного ядер.</p>	<p>УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1</p>



№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
11	Модель атома Дж. Томсона.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Первой попыткой создать научную модель атома считается модель Дж. Дж. Томсона (1903 г.) Томсон предположил, что атом является непрерывно заряженным шаром, заряд которого положителен. Положительный заряд распределен сферически симметрично. Внутри такого шара совершают гармонические колебания, около своих положений равновесия, отрицательно заряженные электроны. Ученый предположил, что электрон является центром рассеяния света при падении его на атом. При этом Томсон полагал, что колеблющиеся электроны легко выбить из их положений. Как результат - появляются положительно заряженные «ионы» из которых состоят «каналовые лучи», наблюдаемые в экспериментах с масс-спектрографом. Сумма отрицательных зарядов электронов равна положительному заряду, который имеет форму шара. В результате атом в целом получается электрически нейтральным. В невозбужденном атоме, имеющем один электрон, последний покоится в центре сферы. Если в атоме несколько электронов, то атом подобен «кексу с изюмом» (в роли изюма выступают электроны).</p>	
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Исходя из основных постулатов гидродинамической модели атомного ядра следует, что ядерная материя напоминает «несжимаемую жидкость», другими словами, структурные элементы ядра – нуклоны – плотно упакованы. Тогда можно говорить о том, что объем ядра растет с увеличением массового числа <math>A</math> прямо пропорционально: <math>V \sim \text{const} \cdot A</math>. Следовательно, радиус атомного ядра <math>R</math> связан с его массовым числом <math>A</math> соотношением: <math>R = r_0 A^{1/3}</math>, где ядерный параметр <math>r_0</math> – выполняет роль коэффициента пропорциональности.</p>	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
12	Плотность ядерной материи.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Высокая точность современных методов исследования с помощью рассеяния быстрых электронов позволяет оценить не только размер области, занятой протонами, но и распределение плотности <math>\rho_e</math> электрического заряда по ядру. Полученные результаты для протонов представляют по существу распределение плотности <math>\rho_x</math> ядерного вещества в ядре. Распределение ядерной материи по объёму (радиусу) ядра в центральной области равномерно, но падает в приграничных областях. Ядро не является твёрдой сферой. В центральной области ядра плотность постоянна, но у периферии падает до нуля. Плотность ядерной материи в центре ядра <math>\rho_0</math> приблизительно одинакова у всех ядер и составляет <math>\sim 0.17</math> нукл./фм<sup>3</sup>. Данные о плотности распределения ядерной материи извлекаются из экспериментов по рассеянию на ядрах адронов.</p>	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
13	Массы ядер и способы их определения.	УК-1.4



	Эталон ответа: Измерения масс атомных ядер показали, что масса ядра отличается от суммы масс свободных протонов и нейтронов, входящих в его состав. Основные методы измерения масс атомных ядер : 1. метод магнитного анализа. 2. измерение циклотронной частоты. 3. измерение $\alpha$ -спектров.	ОПК-3.2 ПК-5.1
--	---	-------------------

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
14	Момент количества движения ядра.  Эталон ответа: Спин ядра $\mathbf{J}$ складывается из спиновых $\mathbf{s}_1 + \mathbf{s}_2 + \dots + \mathbf{s}_A$ и орбитальных $\mathbf{l}_1 + \mathbf{l}_2 + \dots + \mathbf{l}_A$ моментов отдельных нуклонов. Атомное ядро в каждом состоянии характеризуется полным моментом количества движения $\mathbf{J}$ , который в системе покоя ядра называется <b>спином ядра</b> . Для спинов атомных ядер экспериментально установлены следующие закономерности: если $A$ – чётное, то спиновое квантовое число ядра $J = n$ ( $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ ), имеет целочисленное значение; если $A$ – нечётное, то $J = n + 1/2$ , т.е. имеет полуцелое значение; чётно-чётные ядра в основном состоянии имеют значение $J = 0$ , что указывает на взаимную компенсацию моментов нуклонов в основном состоянии ядра – особое свойство межнуклонного взаимодействия.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
15	Магнитный момент ядра.  Эталон ответа: Магнитный момент – основная физическая величина, характеризующая магнитные свойства вещества и вызывающая ориентацию тел относительно вектора индукции внешнего магнитного поля. Магнитными моментами обладают элементарные частицы, атомные ядра, электронные оболочки атомов и молекул. Магнитные моменты отдельных элементарных частиц (электронов, протонов, нейтронов) обусловлены существованием у них собственного псевдомеханического момента движения - <b>спина</b> . Магнитные моменты ядер складываются из собственных магнитных моментов протонов и нейтронов, образующих эти ядра, а также из магнитных моментов, связанных с орбитальным движением протонов (орбитальный магнитный момент нейтрона равен нулю), по тем же правилам, по которым вычисляется спин ядра.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: Форма атомных ядер может быть различной. Но в любом случае это системы с центром симметрии. Есть ядра, имеющие сферическую форму. Большинство же ядер имеют форму, слегка отличающуюся от сферической. Несферические ядра (их также называют деформированными ядрами) имеют форму, близкую к аксиально симметричному эллипсоиду, сплюснутому или	



	<p>вытянутому. Иногда называют форму ядра атома дейтерия «сигарообразной».</p> <p>Отклонение формы ядра от сферической приводит к появлению у него ядерного квадрупольного момента.</p>	
--	---	--

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
16	Метод ядерного квадрупольного резонанса.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Ядерный квадрупольный резонанс (ЯКР) - резонансное поглощение электромагнитной энергии в кристаллах, обусловленное переходами между энергетическими уровнями, образующимися в результате взаимодействия ядер, обладающих электрическим квадрупольным моментом, с электрическим внутрикристаллическим полем. ЯКР - частный случай ядерного магнитного резонанса (ЯМР) в кристаллах. В отличие от ЯМР, т. н. «чистый» ЯКР наблюдается и в отсутствие постоянного магнитного поля. Взаимодействие квадрупольного момента ядра с неоднородным внутренним электрическим полем напряжённости <math>E</math> кристалла приводит к появлению энергетических состояний, соответствующих различным ориентациям ядерного спина относительно кристаллографических осей.</p>	

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
17	Физический смысл формулы Вайцзеккера.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Первое слагаемое в энергии связи ядра, подобного жидкой капле, пропорционально массовому числу <math>A</math> и описывает примерное постоянство удельной энергии связи ядер.</p> <p>Второй член учитывает, что не все нуклоны в ядре равноценны и даёт поправку на уменьшение полной энергии связи, обусловленную тем, что часть нуклонов находится у поверхности ядра.</p> <p>Третий член в формуле определяет взаимное кулоновское отталкивание протонов, энергия которого пропорциональна <math>Z^2/R</math>.</p> <p>Четвертое слагаемое - энергия симметрии ядра отражает тенденцию к стабильности ядер с <math>N=Z</math>.</p> <p>Пятое слагаемое - энергия спаривания учитывает повышенную стабильность основных состояний ядер с чётным числом протонов и/или нейтронов.</p>	

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
18	Следствия капельной модели.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа:</p> <p>По заданным <math>A</math> и <math>Z</math> можно:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вычислить массу ядра.</li> <li>2. Найти удельную (среднюю) энергию связи нуклона для любого нуклида.</li> <li>3. Найти среднюю энергию связи (отделения) протона и нейтрона в ядре и любой группы связанных нуклонов.</li> </ol>	



	<p>4. Найти <math>Z_0</math> нуклида, устойчивого по отношению к <math>\beta</math>-распаду, для любой группы ядер-изобар.</p> <p>5. Проникновение нуклона в ядро-каплю приводит из-за малой сжимаемости ядерного вещества к коллективному движению нуклонов, вызывающих деформацию ядра без изменения его объема, в результате чего оно принимает форму эллипсоида или более сложной фигуры и возможно возникновение колебаний ядерной жидкости.</p> <p>6. Капельная модель позволяет построить качественную модель деления тяжелых ядер.</p>	
--	--	--

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
19	Газовый диффузионный метод разделения изотопов.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: Метод газовой диффузии использует различие в скоростях движения различных по массе молекул газа. Понятно, что он будет подходить только для веществ, находящихся в газообразном состоянии. Газообразное соединение разделяемого элемента при достаточно низких давлениях «прокачивается» через пористую перегородку, содержащую до $10^6$ отверстий на $1 \text{ см}^2$ . Лёгкие молекулы проникают через перегородку быстрее тяжёлых, так как скорости молекул обратно пропорциональны квадратному корню из их молекулярного веса. В результате газ обогащается лёгкой компонентой по одну сторону перегородки и тяжёлой — по другую.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
20	Разделение изотопов методом центрифугирования.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: Разделение осуществляется за счет различия центробежных сил, действующих на молекулы разных масс. Компоненты изотопной смеси, заполняют ротор центрифуги, который представляет собой тонкостенный и ограниченный сверху и снизу цилиндр, вращающийся с очень высокой скоростью в вакуумной камере. В центрифуге, вращающейся с большой окружной скоростью, более тяжёлые молекулы под действием центробежных сил концентрируются у периферии, а лёгкие молекулы — у ротора центрифуги. Поток пара во внешней части с тяжёлым изотопом направлен вниз, а во внутренней с лёгким изотопом — вверх.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
21	Изотопные эффекты первого рода	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: Чаще всего изотопные эффекты вызваны различием масс ядер – изотопные эффекты первого рода. Наиболее сильно они выражены в случае легких элементов (H, He, Li, Be, C, B), для которых величина относительного изменения массы $\Delta M/M$ сравнительно высока ( $\Delta M$ – разность масс изотопов одного элемента). Массовые изотопные эффекты,	



	<p>непосредственно проявляющиеся в химических превращениях, и связанные с различием в распределении изотопов одного элемента между различными фазами или химическими формами, называют термодинамическими изотопными эффектами. Кинетические изотопные эффекты вызваны смещением наименьшей энергии колебаний атомов в молекуле из-за различия масс изотопов, что обуславливает изменение скоростей химических реакций.</p>	
--	---	--

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
22	Изотопные эффекты.	<p>УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1</p>
	<p>Эталон ответа: Изотопные эффекты – неидентичность свойств изотопов данного элемента, обусловленная различием масс изотопных атомов (атомных весов). С точки зрения ядерно-физических свойств радиоактивные изотопы существенно отличаются друг от друга, в то же время с точки зрения физико-химических свойств, их отличия существенно меньше. Тем не менее, отличия во многих важных ситуациях всё же есть, тогда как общие химические свойства практически одинаковы. Дело в том, что изотопы одного и того же элемента характеризуются полной идентичностью строения как внешних, так и внутренних электронных оболочек. Но свойства элемента определяются также энергетическим состоянием электронов его атома. Причиной различного энергетического состояния электронов изотопных атомов, у которых заряд ядра одинаков, может быть лишь различие масс ядер.</p>	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
23	Изомерный переход.	<p>УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1</p>
	<p>Эталон ответа: Гамма-излучение иногда также рассматривается как особый вид радиоактивности, хотя оно и не приводит к изменению состава ядра – ядро лишь переходит при этом с одного энергетического уровня на другой. Существуют ядра, которые состоят из одинакового числа протонов и одинакового числа нейтронов, но тем не менее различаются своими радиоактивными свойствами (прежде всего периодом полураспада); такие ядра называются изомерными. Изомерные ядра находятся на различных энергетических уровнях. Ядро-изомер, которое находится на более высоком энергетическом уровне, принято называть возбужденным, или метастабильным, и обозначать звездочкой или индексом <math>m</math> возле массового числа. Переход ядра из метастабильного в основное (невозбужденное) состояние называют изомерным переходом (И. П.)</p>	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
24	Правило Маттауха.	<p>УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1</p>
	<p>Эталон ответа: Ядра с чётным числом протонов и чётным числом нейтронов устойчивы, в то время как комбинация из нечётного числа протонов и нечётного числа нейтронов, наоборот, крайне неустойчива. Здесь действует правило</p>	



	<p>Маттауха: если два соседних элемента в периодической системе Менделеева имеют изотопы с одинаковым массовым числом, то один из этих изотопов должен быть радиоактивным. Два нуклида, которые имеют одинаковое массовое число (изобары), оба могут быть стабильными, только если их атомные номера отличаются более чем на единицу. Исключение из этого правила имеет место при числе нуклонов <math>A=50, 113</math> и <math>180</math>.</p>	
--	---	--

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
25	Физико-химические свойства изотопов	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа:            Физико-химические свойства изотопов почти тождественны, т.к. они в основном зависят от электронной оболочки атома, одинаковой у всех изотопов данного элемента. Именно поэтому относительная распространенность изотопа (<math>a</math>, следовательно, и атомный вес элемента) при различных физико-химических процессах, протекающих в природе, почти не меняется. Все же физико-химические свойства изотопов элементов нельзя считать абсолютно тождественными, так как на них сказывается, хотя и в небольшой степени различие в массах атомов (изотопные эффекты). Наибольшее различие наблюдается у свойств изотопов легких элементов, где относительное различие масс изотопов больше, чем у средних и тяжелых элементов.</p>	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
26	Изотопные эффекты водорода.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа:            Наряду с обычным водородом существуют еще два его изотопа, называемых <i>дейтерием</i> и <i>тритием</i>. Ядро атома обычного водорода состоит из одного протона. Такой водород называют <i>протием</i>. Ядро атома дейтерия называют <i>дейтроном</i>, а ядро атома трития – <i>тритием</i>. Дейтрон состоит из протона и нейтрона, тритон – из протона и двух нейтронов. Эти ядра тяжелее ядра протия приблизительно в 2 и 3 раза, соответственно. Атом протия обозначают через <math>H</math>, дейтерия – через <math>D</math>, трития – через <math>T</math>. Дейтерий – стабильный изотоп, а тритий – радиоактивный. Благодаря относительно большой разности масс дейтерия и протия различие их физических свойств выражено сильнее, чем для изотопов других химических элементов. Так, плотность тяжелой воды <math>D_2O</math> примерно на 10% больше плотности обыкновенной воды <math>H_2O</math>.</p>	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
27	Электромагнитное разделение изотопов	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа:            Метод электромагнитного разделения основан на различном действии магнитного поля на заряженные частицы различной массы. Ионы разделяемых веществ, двигаясь в сильном магнитном поле, закручиваются с радиусами, пропорциональными их массам и попадают в приемники, где и накапливаются. Вещество, изотопы которого требуется разделить,</p>	



	<p>помещается в тигель ионного источника, испаряется и ионизуется. Ионы вытягиваются из ионизационной камеры сильным электрическим полем, формируются в ионный пучок и попадают в вакуумную разделительную камеру, помещенную в магнитное поле, направленное перпендикулярно движению ионов. Под действием магнитного поля ионы движутся по окружностям с радиусами кривизны, пропорциональными корню квадратному из отношения массы иона <math>M</math> к его заряду <math>e</math>. Вследствие этого радиусы траектории тяжёлых и лёгких ионов отличаются друг от друга. Это позволяет собирать ионы различных изотопов в приёмники, расположенные в фокальной плоскости установки. Этот метод позволяет разделять любые комбинации изотопов, обладает очень высокой степенью разделения.</p>	
--	---	--

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
28	<p>Теория <math>\beta</math>-распада</p> <p>Эталон ответа:            Теория <math>\beta</math>-распада была создана в 1933 году Э. Ферми, который использовал гипотезу В. Паули о рождении в <math>\beta</math> - распаде нейтральной частицы, имеющей близкую к нулю массу покоя и названной нейтрино <math>\nu</math>. Ферми обнаружил, что <math>\beta</math>-распад обусловлен новым типом взаимодействия частиц в природе – «слабым» взаимодействием и связан с процессами превращения в родительском ядре нейтрона в протон с испусканием электрона <math>e^-</math> и антинейтрино <math>\bar{\nu}</math> (<math>\beta^-</math>-распад), протона в нейтрон с испусканием позитрона <math>e^+</math> и нейтрино <math>\nu</math> (<math>\beta^+</math>-распад), а также с захватом протоном атомного электрона и испусканием нейтрино <math>\nu</math> (электронный захват). В 1934 Ферми заложил основы теории слабых взаимодействий и <math>\beta</math>-распада. К 1958 эта теория была обобщена в универсальную четырехфермионную теорию слабых взаимодействий, согласно которой элементарный процесс слабого взаимодействия представляет собой локальное взаимодействие четырех фермионов, т. е. частиц с полуцелыми спинами.</p>	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
29	<p>Основные положения модели ядерных оболочек.</p> <p>Эталон ответа:            Основанием для введения модели служит наличие магических чисел у ядер, свидетельствующее, что у ядер так же, как у атомов, существуют оболочки. Таким образом, главным предположением в модели является наличие оболочки ядра – совокупности близких по энергии уровней. В основе оболочечной модели лежит допущение о самосогласованном поле ядерных сил. В ядре нуклоны быстро движутся относительно друг друга на расстояниях порядка ширины нуклонной ямы. Поэтому взаимодействие нуклона с ядром можно описать при помощи среднего поля, которое образуется в результате наложения многих соседних нуклонных потенциальных ям.</p>	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
------	--------------------	-------------------------



30	Магические, дважды магические ядра, магические числа.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: Наиболее устойчивыми являются изотопы с численными значениями параметров N и Z, равными: 2, 8, 20, 50, 82, 112, 152. Эти числа получили название магических. Дважды магическими называют ядра атомов, у которых параметры N и Z одновременно принадлежат к магическим значениям.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
31	Следствия оболочечной модели.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: Оболочечная модель строения ядра атома позволяет конструировать ядра атомов новых элементов. Например, долгое время считали, что ядра атомов с параметром $Z < 93$ получить в относительно устойчивом состоянии невозможно вследствие крайне малого времени жизни, а ядра атомов с параметром $Z > 100$ вообще нельзя получить в весовых количествах. Однако, основываясь на теоретических расчетах с привлечением положений оболочечной модели, выявили и экспериментально получили достаточно устойчивые ядра атомов с параметром $Z < 104$ . Оболочечная модель хорошо воспроизводит экспериментальные значения спинов и четностей, электрических квадрупольных и магнитных моментов атомных ядер, средние времена жизни $\beta$ -активных ядер, объясняет распределение ядер изомеров. Наилучшие предсказания оболочечная модель дает для ядер вблизи заполненных оболочек, для которых самосогласованный потенциал сферически-симметричный.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
32	Ядерные модели	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: Таковы, например, капельная модель ядра, оболочечная модель, модель нуклонных ассоциаций. Степени свободы ядра можно разделить на одночастичные и коллективные. Соответственно ядерные модели делятся на одночастичные (модели независимых частиц), описывающие движение индивидуальных частиц, коллективные (модели с сильным взаимодействием), описывающие коррелированное движение большого числа частиц и обобщенные, в которых рассматривается как одночастичные, так и коллективные степени свободы. Андроны и лептоны, входя в структуру ядра, определяют его свойства, в частности, устойчивость ядерной структуры. Стабильное и возбужденное состояние ядра атома описывают различными моделями, получившими название оболочечная и капельная.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
33	Альфа-радиоактивные изотопы.	УК-1.4 ОПК-3.2
	Эталон ответа:	



	<p>Альфа-радиоактивность за редким исключением не встречается среди легких и средних ядер. Подавляющее большинство альфардиоактивных изотопов расположены в периодической системе в основном за свинцом. Это связано с тем, что <math>\alpha</math>-распад связан с кулоновским отталкиванием, которое возрастает по мере увеличения размеров ядер быстрее, чем ядерные силы притяжения, которые растут линейно с ростом массового числа <math>A</math>.</p> <p>Известно свыше 300 <math>\alpha</math>-активных ядер, большинство из которых получено искусственно. В основном они сосредоточены в области транссвинцовых ядер с <math>Z &gt; 82</math>. Имеется группа <math>\alpha</math>-активных ядер в области редкоземельных элементов (<math>A=140-160</math>), а также небольшая группа в промежутке между редкоземельными и тяжелыми ядрами.</p>	ПК-5.1
--	---	--------

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### Тестовые задания для промежуточной аттестации:

№ п/п	Тестовое задание	Эталон (ключ) ответа	Проверяемые компетенции
1.	Выберите один правильный ответ. Радиохимия – это раздел химии, изучающий: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) ядерные реакции</li> <li>b) свойства радиоактивных веществ</li> <li>c) новые виды радиоактивного распада ядер</li> <li>d) деление ядер</li> </ul>	b	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
2.	Выберите один правильный ответ. Ядерная химия – это: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) раздел радиохимии</li> <li>b) раздел прикладной радиохимии</li> <li>c) раздел ядерной физики</li> <li>d) самостоятельная область науки</li> </ul>	d	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
3.	Выберите один правильный ответ. Позитроний - это: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) система, состоящая из позитрона и электрона</li> <li>b) химический элемент</li> <li>c) радионуклид</li> <li>d) молекула</li> </ul>	a	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
4.	Выберите один правильный ответ. Атомное ядро состоит из: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) протонов и электронов</li> <li>b) протонов</li> <li>c) протонов и нейтронов</li> <li>d) нейтронов и электронов</li> </ul>	c	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
5.	Выберите один правильный ответ. Массу атомного ядра определяют: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) протоны</li> <li>b) протоны и нейтроны</li> <li>c) нейтроны</li> <li>d) протоны и электроны</li> </ul>	b	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
6.	Выберите один правильный ответ. Заряд атомного ядра определяют: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) протоны</li> <li>b) электроны</li> <li>c) нейтроны</li> <li>d) протоны и нейтроны</li> </ul>	a	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1



7.	Выберите один правильный ответ. Заряд атомных ядер определяют экспериментально: а) с помощью электроскопа б) методом масс-спектрометрии в) по закону Мозли г) с помощью ядерных реакций	с	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
8.	Выберите один правильный ответ. Массы атомных ядер определяют экспериментально: а) весовым методом б) методом масс-спектрометрии в) рассеянием альфа-частиц г) с помощью ядерных реакций	б	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
9.	Выберите один правильный ответ. Изотопы – это: а) разновидности атомов одного химического элемента б) разные химические элементы в) атомы с равным числом нейтронов г) атомы с равным числом электронов	а	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
10.	Выберите один правильный ответ. Изобары – это а) атомы с одинаковым числом электронов б) атомы с одинаковым числом протонов в) атомы с одинаковым числом нуклонов г) атомы с одинаковым числом нейтронов	с	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
11.	Выберите один правильный ответ. Изотопные эффекты – это: а) различия в физических свойствах атомов и молекул б) различия в физических и химических свойствах атомов и молекул, вызванные различным изотопным составом в) различия в физических и химических свойствах атомов разных элементов г) различия в физических и химических свойствах молекул	б	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
12.	Выберите один правильный ответ. Модель жидкой капли предсказывает: а) невозможность существования элементов с $Z > 112$ б) возможность существования элементов с $Z > 100$ в) возможность существования элементов с $Z < 100$ г) возможность существования элементов с любым $Z$	а	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
13.	Выберите один правильный ответ. Модель ядерных оболочек предсказывает: а) невозможность существования элементов с $Z > 100$ б) возможность существования элементов с $Z > 200$ в) невозможность существования элементов с $Z < 100$ г) возможность существования элементов с $Z > 110$	д	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
14.	Выберите один правильный ответ. Сверхтяжелые элементы это: а) элементы с $Z < 100$ б) элементы с $Z > 100$ в) элементы с $Z > 150$ г) элементы с $Z > 200$	б	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
15.	Выберите один правильный ответ. Сферическую форму имеют ядра, у которых число протонов и нейтронов равно: а) 4 б) 10 в) 8 г) 14	с	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
16.	Выберите один правильный ответ. Среди перечисленных ядер дважды магическим является:	а	УК-1.4 ОПК-3.2



	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) <math>^{48}\text{Ca}</math></li> <li>b) <math>^{238}\text{U}</math></li> <li>c) <math>^{232}\text{Th}</math></li> <li>d) <math>^{40}\text{K}</math></li> </ul>		ПК-5.1
17.	<p>Выберите один правильный ответ. Какой вид превращений не относится к классу <math>\beta</math>-превращений?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) испускание электронов Оже</li> <li>b) испускание ядром электрона</li> <li>c) испускание ядром позитрона</li> <li>d) захват электрона</li> </ul>	a	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
18.	<p>Выберите один правильный ответ. Какой из процессов относится к классу радиоактивных превращений?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Комpton-эффект</li> <li>b) фотоэффект</li> <li>c) электронный захват</li> <li>d) тормозное излучение</li> </ul>	c	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
19.	<p>Выберите один правильный ответ. Какой из процессов относится к классу ядерных превращений?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) образование электронов Оже</li> <li>b) электронный захват</li> <li>c) Комpton-эффект</li> <li>d) испускание характеристического рентгеновского излучения</li> </ul>	b	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
20.	<p>Выберите один правильный ответ. Какие из перечисленных частиц испускаются в процессе <math>\beta</math>-распада?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) протоны</li> <li>b) ядра гелия</li> <li>c) электроны</li> <li>d) позитроны</li> </ul>	c	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
21.	<p>Выберите один правильный ответ. Что представляют собой <math>\beta^+</math>-частицы?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) позитроны</li> <li>b) электроны</li> <li>c) электроны Оже</li> <li>d) протоны</li> </ul>	a	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
22.	<p>Выберите один правильный ответ. Какой вид излучения имеет непрерывный энергетический спектр?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) <math>\alpha</math>-излучение</li> <li>b) конверсионные электроны</li> <li>c) <math>\gamma</math>-излучение</li> <li>d) <math>\beta</math>-излучение</li> </ul>	d	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
23.	<p>Выберите один правильный ответ. Какой из процессов не имеет места при изомерном переходе?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) переход ядра из метастабильного уровня на основной</li> <li>b) испускание <math>\gamma</math>-квантов</li> <li>c) возможность внутренней конверсии</li> <li>d) переход атома из возбужденного состояния в основное</li> </ul>	d	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
24.	<p>Выберите один правильный ответ. Какой из перечисленных видов излучения имеет дискретный энергетический спектр?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) тормозное излучение</li> <li>b) конверсионные электроны</li> <li>c) <math>\beta</math>-излучение</li> <li>d) <math>\beta^+</math>-излучение</li> </ul>	b	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
25.	<p>Выберите один правильный ответ. Какое утверждение не относится к спонтанному делению?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) в результате превращения образуются 2 осколочных ядра с близкими массами</li> </ul>	c	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1



	<ul style="list-style-type: none"> <li>b) превращение сопровождается испусканием одного или нескольких нейтронов</li> <li>c) превращение происходит под действием бомбардирующих частиц</li> <li>d) превращению могут подвергаться только ядра тяжелых элементов</li> </ul>		
26.	<p>Выберите один правильный ответ. Кинетические изотопные эффекты – это:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) различия в скоростях двух реакций с различными изотопами</li> <li>b) различия в скоростях двух реакций с одним и тем же изотопом</li> <li>c) различия в скорости одной реакции с участием различных молекул</li> <li>d) различия в скорости одной и той же химической реакции с участием различных изотопов</li> </ul>	d	<p>УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1</p>
27.	<p>Выберите один правильный ответ. Тяжелая вода имеет формулу:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) D<sub>2</sub>O</li> <li>b) T<sub>2</sub>O</li> <li>c) HTO</li> <li>d) HDO</li> </ul>	a	<p>УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1</p>
28.	<p>Выберите один правильный ответ. Причина β<sup>-</sup>-распада связана с:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) избытком протонов в ядре</li> <li>b) избытком нейтронов в ядре</li> <li>c) избытком электронов в ядре</li> <li>d) избытком α-частиц в ядре</li> </ul>	b	<p>УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1</p>
29.	<p>Выберите один правильный ответ. Причина β<sup>+</sup>-распада связана с:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) избытком протонов в ядре</li> <li>b) избытком нейтронов в ядре</li> <li>c) избытком электронов в ядре</li> <li>d) возбужденным состоянием ядра</li> </ul>	a	<p>УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1</p>
30.	<p>Дополните ответ. Причина захвата электрона связана с: Ответ: _____</p>	избытком протонов в ядре	<p>УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1</p>
31.	<p>Дополните ответ. Атомы с различным числом протонов и нейтронов, но с одинаковым общим числом нуклонов в ядре называются: Ответ: _____</p>	изобарами	<p>УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1</p>
32.	<p>Дополните ответ. Наряду с обычным водородом существуют еще два его изотопа, называемых Ответ: _____</p>	дейтерием тритием	<p>УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1</p>
33.	<p>Дополните ответ. Сдвиг друг относительно друга уровней энергии и спектральных линий атомов различных изотопов одного химического элемента называется Ответ: _____</p>	изотопическим сдвигом	<p>УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1</p>
34.	<p>Дополните ответ. Если два соседних элемента в периодической системе Менделеева имеют изотопы с одинаковым массовым числом, то один из этих изотопов должен быть: Ответ: _____</p>	радиоактивным	<p>УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1</p>
35.	<p>Дополните ответ. Изотопные эффекты первого рода - изотопные эффекты вызваны различием</p>	масс ядер	<p>УК-1.4 ОПК-3.2</p>



	Ответ: _____		ПК-5.1
36.	Дополните ответ: Энергетический спектр бета-частиц является: Ответ: _____	сплошным (непрерывным)	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
37.	Дополните ответ: Несколькими главными характеристиками $\alpha$ -радиоактивных ядер и испускаемых ими $\alpha$ -частиц являются: Ответ: _____	период полураспада кинетическая энергия пробег	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
38.	Дополните ответ: $\alpha$ -частица представляет собой: Ответ: _____	ядро атома гелия	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
39.	Дополните ответ: При электронном захвате один из протонов ядра захватывает орбитальный электрон и превращается в нейтрон, испуская ... Ответ: _____	нейтрино	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
40.	Дополните ответ: При бета-минус распаде радиоактивный изотоп калия - калий-40 - превращается в стабильный изотоп Ответ: _____	кальций-40	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
41.	Дополните ответ: Явление прохождения частицы сквозь потенциальный барьер называется Ответ: _____	туннельным эффектом	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
42.	Дополните ответ: Изотопы с численными значениями параметров N и Z, равными: 2, 8, 20, 50, 82, 112, 152 имеют название Ответ: _____	магических	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
43.	Дополните ответ: Область науки, которая устанавливает взаимосвязь между физико-химическими и ядерно-физическими свойствами вещества, называется Ответ: _____	ядерной химией	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
44.	Дополните ответ: Пространственно безграничная однородная система нуклонов, находящаяся в устойчивом по отношению к самопроизвольному расширению или сжатию состоянии, называется Ответ: _____	ядерной материей	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
45.	Дополните ответ: _____ модель ядра основана на представлении о ядре, как о системе нуклонов, независимо движущихся в среднем поле ядра, создаваемом силовым воздействием остальных нуклонов. Ответ: _____	оболочечная	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
46.	Дополните ответ: Системы, в которых либо протоны, либо электроны заменены другими одноименно заряженными элементарными частицами, называют Ответ: _____	новыми атомами	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
47.	Дополните ответ: Мюоний ( $\text{Mu}$ ), метастабильная водородоподобная система, состоящая из положительно заряженного мюона $\mu^+$ , играющего роль ядра, и _____ Ответ: _____	электрона	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1



48.	Дополните ответ: Электрический заряд протона равен Ответ: _____	+1	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
49.	Дополните ответ: Адроны, как составные системы, состоят из более мелких частиц – _____, которые представляют собой истинно элементарные частицы и поэтому бесструктурны. Ответ: _____	кварков	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
50.	Дополните ответ: Состояние сильно взаимодействующей материи, в которой освобожденные цветные кварки и глюоны образуют непрерывную среду (хромоплазму) и могут распространяться в ней как квазисвободные частицы, называется Ответ: _____	кварк-глюонная плазма	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
51.	Дополните ответ: Заряд атомного ядра равняется количеству протонов в ядре, которое совпадает с _____ в периодической системе элементов. Ответ: _____	порядковым номером элемента (Z)	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
52.	Дополните ответ: Радиус атомного ядра R связан с его массовым числом A соотношением: Ответ: _____	$R = r_0 A^{1/3}$	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
53.	Дополните ответ: Различают молекулярно-кинетические, физико-химические и _____ методы изотопного разделения. Ответ: _____	электромагнитные	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
54.	Дополните ответ: Неидентичность свойств изотопов данного элемента, обусловленная различием масс изотопных атомов (атомных весов) называется _____ Ответ: _____	изотопными эффектами	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
55.	Дополните ответ: Позитроний, связанная водородоподобная система, состоящая из _____ Ответ: _____	электрона позитрона	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
56.	Дополните ответ: Протон и нейтрон объединяют термином _____ Ответ: _____	нуклон	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
57.	Дополните ответ: Разность между энергией связанной системы частиц и суммарной энергией этих частиц в свободном состоянии называется _____ Ответ: _____	энергией связи	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
58.	Дополните ответ: Первое слагаемое в формуле Вайцзеккера, пропорционально массовому числу A и описывает _____ Ответ: _____	постоянство удельной энергии связи ядер	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
59.	Дополните ответ: Линейная связь между корнем квадратным из волнового числа ( $k = 1/\lambda$ ) соответствующей характеристической линии и атомным номером Z элемента носит название _____ Ответ: _____	закона Мозли	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1



60.	Дополните ответ: Отклонение формы ядра от сферической приводит к появлению у него _____ Ответ: _____	ядерного квадрупольного момента	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1

**Контрольные вопросы для промежуточной аттестации:**

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
1	Дайте определение радиохимии.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: Радиохимия – раздел химии, изучающий свойства радиоактивных веществ, к которым относятся химические соединения радиоактивных элементов и радионуклиды. К радиоактивным элементам относят химические элементы, не имеющие стабильных изотопов, например, Tc, Po, Ra, Th, U, группа трансуранов. К радионуклидам относятся все радиоактивные ядра, в том числе радиоактивные изотопы нерадиоактивных элементов.	

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
2	Представьте определение ядерной химии.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: Ядерная химия – область науки, которая устанавливает взаимосвязь между физико-химическими и ядерно-физическими свойствами вещества. Важнейшая задача ядерной химии – выделение и идентификация радиохимическими методами продуктов ядерных реакций, в которых образуется сложная смесь радионуклидов различных элементов.	

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
3	Перечислите основные направления ядерной химии.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: Основные направления ядерной химии: исследование химических последствий ядерных реакций, а также спонтанных и индуцированных ядерных превращений; исследование химического поведения так называемых «новых атомов (позитрония Ps и мюония Mu); изучение химических эффектов в спектрах ядерного резонанса и спектрах электронов внутренней конверсии; открытие новых видов радиоактивного распада ядер по продуктам распада.	

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
4	Расскажите о характеристике позитрония.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа:	



	«Новыми атомами» называют системы, в которых либо протоны, либо электроны заменены другими одноименно заряженными элементарными частицами. Позитроний, связанная водородоподобная система $e^+e^-$ , состоящая из электрона $e^-$ и позитрона $e^+$ . Позитроний образуется при столкновениях медленных позитронов с атомами вещества и захвате позитроном атомного электрона.	
--	--	--

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
5	Представьте характеристику мюония.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: «Новыми атомами» называют системы, в которых либо протоны, либо электроны заменены другими одноименно заряженными элементарными частицами. Мюоний (Mu), метастабильная водородоподобная система, состоящая из положительно заряженного мюона $\mu^+$ , играющего роль ядра, и электрона. Наряду с позитронием, мюоний является простейшей двухчастичной чисто лептонной системой.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
6	Проведите аналогию ядерной материи с ферми-газом.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: Основанием для описания атомного ядра по модели Ферми-газа служит то обстоятельство, что незначительная часть объема ядра занята нуклонами (1/50 объема) Система нуклонов в таком ядре - вырожденный Ферми-газ, заключенный в потенциальной яме. Нуклоны занимают в ней определенные энергетические уровни. Температура ядра очень мала, и нуклоны занимают низкие энергетические уровни -вырожденный Ферми-газ (из фермионов, т.к. $J = 1/2$ ). Нуклоны заполняют все уровни до энергии Ферми: $E_F = p_F^2/2m \sim 50$ МэВ, где $p_F$ -импульс Ферми, так как нуклоны в ядре испытывают Ферми-движение. В соответствии с принципом Паули на каждом энергетическом уровне может находиться не более двух нуклонов. Все уровни с $E < E_F$ заняты.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
7	Опишите представление о ядерной материи.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: Ядерная материя - теоретическая идеализация, к которой приближаются ядра с очень большим числом нуклонов и космические тела, обладающие плотностью порядка ядерной, напр. нейтронные звезды. Также под термином <b>ядерная материя</b> можно подразумевать теоретическую модель неограниченного ядерного вещества, содержащего $N$ нейтронов и $Z$ протонов: $N \rightarrow \infty, Z \rightarrow \infty$ , так что $A=N+Z \rightarrow \infty$ . при $N/Z = \text{const}$ , с выключенным кулоновским взаимодействием между протонами. Представление о ядерной материи было введено с целью построения микроскопической теории атомных ядер исходя из взаимодействия свободных нуклонов, которое предполагается	



	известным.	
--	------------	--

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
8	Дайте определение энергии связи нуклона в ядре.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Устойчивость связанного состояния обеспечивается тем, что ядро как система из взаимодействующих между собой нуклонов должна иметь <b>минимум</b> полной энергии. Работа сил притяжения вызывает переход системы в состояние с меньшей энергией, поэтому величина <math>\Delta E &lt; 0</math> будет равна той энергии, которая выделяется при образовании ядра и передается в окружающее пространство. Наоборот, чтобы разрушить ядро и удалить нуклоны на такие расстояния, где их можно считать свободными, потребуется затратить энергию <math> \Delta E </math>. Энергия связи - разность между энергией связанной системы частиц и суммарной энергией этих частиц в свободном состоянии.</p>	

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
9	Дайте определение космическому излучению	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Космическое излучение - частицы, заполняющие межзвездное пространство и постоянно бомбардирующие Землю. Различают галактические космические лучи – космические частицы, приходящие на Землю из нашей галактики и солнечные космические лучи - космические частицы, генерируемые Солнцем в процессах самоподдерживающегося нуклеосинтеза. В составе этой компоненты космического излучения преобладают протоны – до 98%.</p>	

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
10	Перечислите опыты Резерфорда и их значение.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Экспериментальные исследования строения атома были выполнены в 1911</p>	

	<p>году Резерфордом, который изучал рассеяние <math>\alpha</math>-частиц при их прохождении через тонкую золотую фольгу.</p> <p>Угловое распределение <math>\alpha</math>-частиц, рассеянных на золоте, свидетельствовало о том, что положительный заряд атома сосредоточен в пространственной области размером меньше <math>10^{-12}</math> см. Это явилось основанием для создания планетарной модели атома Резерфорда, согласно которой атом состоит из тяжелого положительно заряженного атомного ядра с радиусом порядка <math>10^{-12}</math> см и расположенных вокруг него отрицательно заряженных электронов.</p>	
--	--	--

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
11	Представьте формулу Резерфорда.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа: Дифференциальное сечение упругого рассеяния нерелятивистской заряженной частицы в кулоновском поле ядра-мишени описывается формулой Резерфорда</p> $\frac{d\sigma}{d\Omega} = \left( \frac{Z_1 Z_2 e^2}{4T} \right)^2 \frac{1}{\sin^4 \theta/2},$ <p>где <math>T</math> – кинетическая энергия <math>\alpha</math>-частицы; <math>Z_1</math> и <math>Z_2</math> – атомные номера гелия и золота; <math>\theta/2</math> – половинное значение плоского угла, на который отклонилась частица в процессе упругого рассеяния в пределах элемента телесного угла <math>d\Omega</math>.</p>	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
12	Чему равен заряд атомного ядра.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Заряд атомного ядра равняется количеству протонов в ядре, которое совпадает с порядковым номером элемента (<math>Z</math>) в периодической системе элементов. Заряд ядра определяется в величинах <math>Ze</math>, кратных значению элементарного электрического заряда (<math>e</math>), равного: <math> e =1.602 \cdot 10^{-19}</math> Кл. Величина <math>e</math> является одной из фундаментальных констант.</p>	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
13	Дайте оценку радиуса атомного ядра и методы его определения.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Радиус атомного ядра можно оценить, если известна дифракционная картина рассеяния заряженных частиц на этом ядре. Этот метод использует волновые свойства падающих на ядро частиц.</p> <p>Для определения радиусов ядер можно использовать прохождение потока моноэнергетических частиц через тонкие мишени, состоящие из исследуемых ядер.</p>	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
14	Опишите взаимосвязь между радиусом ядра и массовым числом.	УК-1.4



	Эталон ответа: Исходя из основных постулатов гидродинамической модели атомного ядра следует, что ядерная материя напоминает «несжимаемую жидкость», другими словами, структурные элементы ядра – нуклоны – плотно упакованы. Тогда можно говорить о том, что объем ядра растет с увеличением массового числа $A$ прямо пропорционально: $V \sim \text{const } A$ . Следовательно, радиус атомного ядра $R$ связан с его массовым числом $A$ соотношением: $R = r_0 A^{1/3}$ , где ядерный параметр $r_0$ – выполняет роль коэффициента пропорциональности.	ОПК-3.2 ПК-5.1
--	---	-------------------

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
15	Что показали массы ядер и приведите способы их определения.  Эталон ответа: Измерения масс атомных ядер показали, что масса ядра отличается от суммы масс свободных протонов и нейтронов, входящих в его состав. Основные методы измерения масс атомных ядер: 1. метод магнитного анализа. 2. измерение циклотронной частоты. 3. измерение $\alpha$ -спектров.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
16	Опишите метод ядерного магнитного резонанса.  Эталон ответа: Ядерный магнитный резонанс (ЯМР) – резонансное поглощение электромагнитных волн атомными ядрами, происходящее при изменении ориентации векторов их собственных моментов количества движения (спинов). ЯМР возникает в образцах, помещённых в сильное постоянное магнитное поле, при одновременном воздействии на них слабого переменного электромагнитного поля радиочастотного диапазона (силовые линии переменного поля должны быть перпендикулярны силовым линиям постоянного поля).	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
17	Дайте определение понятия яорма ядер.  Эталон ответа: Форма атомных ядер может быть различной. Но в любом случае это системы с центром симметрии. Есть ядра, имеющие сферическую форму. Большинство же ядер имеют форму, слегка отличающуюся от сферической. Несферические ядра (их также называют деформированными ядрами) имеют форму, близкую к аксиально симметричному эллипсоиду, сплюснутому или вытянутому. Иногда называют форму ядра атома дейтерия «сигарообразной». Отклонение формы ядра от сферической приводит к появлению у него	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1

	ядерного квадрупольного момента.	
--	----------------------------------	--

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
18	Проведите аналогию между свойствами жидкости и ядра.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: В ядре слишком много частиц, чтобы изучать все степени свободы, и слишком мало, чтобы рассматривать ядро исключительно как сплошную среду. Первой адекватной моделью атомного ядра является модель жидкой капли. Основанием для ее введения служит сходство ядерной материи с жидкостью. К таким свойствам следует отнести: -несжимаемость ядра; -постоянство ядерной плотности: $\rho N \sim \text{const}$ (по крайней мере в центральной части ядра); -свойство насыщения ядерных сил.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
19	Приведите формулу Вайцеккера	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: В модели жидкой капли атомное ядро рассматривается как сильно связанная система частиц. Энергия связи определяется выражением: $E_{\text{св}}(A, Z) = a_1 A - a_2 A^{2/3} - a_3 Z^2 / A^{1/3} - a_4 (A/2 - Z)^2 / A + a_5 A^{-3/4}.$ Входящие в формулу коэффициенты $a_1, a_2, a_3, a_4$ и $a_5$ оцениваются из экспериментальных данных по энергиям связи ядер.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
20	Опишите предсказательную силу капельной модели.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: Модель «жидкой капли» дает правильное описание массы и энергии связи ядра, что позволяет исследовать энергетические условия разных мод распада ядра (в частности $\alpha$ -и $\beta$ -распада), качественно описывает природу низколежащих уровней четно-четных ядер, дает возможность построить полуколичественную теорию деления тяжелых ядер. Капельная модель также предсказывает деление ядра на два одинаковых осколка.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
21	Перечислите основные методы разделения изотопов.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: Основные из них: Электромагнитное разделение Газовая диффузия Газовая или жидкостная термодиффузия	



	Газовое центрифугирование Аэродинамическая сепарация Лазерное разделение изотопов Химическое обогащение Дистилляция Электролиз Фотохимическое разделение	
--	--	--

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
22	<p>Дайте характеристики процесса разделения изотопов.</p> <p>Эталон ответа:            Можно использовать различие в их физических свойствах — например в массе.            Так как различия в свойствах изотопов настолько малы, за одну стадию разделения вещество обогащается на сотые доли процента целевым изотопом, и поэтому приходится повторять процесс разделения многократно.            Технологически это осуществляется последовательным пропуском разделяемого объема изотопов через однотипные ячейки, производящие разделение — так называемые каскады. Для получения необходимой степени разделения, каскадов может быть несколько тысяч соединённых последовательно, а для получения необходимого объема - десятки и сотни тысяч таких последовательных групп каскадов включённых параллельно.</p>	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
23	<p>Опишите классификацию методов разделения изотопов.</p> <p>Эталон ответа:            Методы разделения изотопов основаны на различиях в свойствах изотопов и их соединений, связанных с различием масс их атомов (изотопные эффекты).            Различают молекулярно-кинетические, физико-химические и электромагнитные методы изотопного разделения. Первые два метода основаны на различии средне статистических свойств изотопных соединений, обусловленном разницей масс изотопов. Электромагнитные методы основаны на различном поведении изотопов в электрических и магнитных полях.</p>	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
24	<p>Дайте определение понятию кинетические изотопные эффекты.</p> <p>Эталон ответа:            Кинетический изотопный эффект показывает, насколько чувствительна химическая реакция к замене атомов в молекуле реагирующего вещества на более тяжелые изотопы. Он определяется как отношение скоростей реакции, протекающей с тяжелыми и легкими изотопами. Например, если в реакции участвует вода, тогда атомы водорода в молекулах H<sub>2</sub>O могут</p>	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1

	заменяться своими более тяжелыми собратьями — дейтерием и тритием, образуя соответственно молекулы D <sub>2</sub> O или T <sub>2</sub> O.	
--	---	--

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
25	Опишите различия в свойствах изотопов	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Различия в свойствах изотопов позволяют разделять изотопы и определять их содержание в изотопных смесях. Любой способ разделения изотопов, а также количественный анализ стабильных изотопов основаны на наличии изотопного эффекта (при этом метод разделения тем эффективнее, чем больше соответствующий изотопный эффект). Так, например, ректификационный метод разделения основан на различии в давлениях пара изотопных соединений. Методы разделения с использованием реакций изотопного обмена основаны на термодинамическом изотопном эффекте. Имеются методы разделения изотопов, основанные на кинетическом изотопном эффекте, как, например, электрохимический метод получения тяжелой воды.</p>	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
26	Дайте определение понятия термодинамические изотопные эффекты.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Имеет место изотопический эффект – зависимость температуры перехода T<sub>к</sub> в сверхпроводящее состояние металла от его изотопного состава: T<sub>к</sub> возрастает при уменьшении средней атомной массы изотопа. Изменение энергетических уровней при изотопном замещении, в свою очередь, вызывает изменение термодинамических свойств, таких, как теплоемкость, теплопроводность, теплоты испарения и плавления, температуры кипения и плавления и др</p>	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
27	Дайте определение понятия изотопные эффекты второго рода	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	<p>Эталон ответа:</p> <p>Изотопные эффекты второго рода являются следствием различия в ядерных свойствах изотопов, обусловленных изменением структуры ядерных оболочек при увеличении или уменьшении количества нейтронов. В реальных случаях наблюдаемые изотопные эффекты являются суперпозицией изотопных эффектов первого и второго рода. Главное влияние на ядерные свойства изотопов оказывают силы, удерживающие нуклоны в ядре, которые многократно превышают электростатические силы взаимодействия между ними.</p>	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
28	Объясните понятие изотопический сдвиг	УК-1.4



	<p>Эталон ответа:          Оптические, колебательные и вращательные спектры молекул зависят от масс входящих в них изотопов. Зависимость оптических спектров от массы изотопа получила название изотопического сдвига. Изотопический сдвиг — сдвиг друг относительно друга уровней энергии и спектральных линий атомов различных изотопов одного химического элемента; проявляется также во вращательных и колебательных спектрах молекул, содержащих различные изотопы одного элемента.</p>	ОПК-3.2 ПК-5.1
--	--	-------------------

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
29	<p>Дайте определение понятию изотопы и изобары</p> <p>Эталон ответа:          В зависимости от состава ядра атомы можно группировать различным образом. Атомы с различным числом протонов и нейтронов, но с одинаковым общим числом частиц (нуклонов) в ядре (<math>A=Const</math>) называются изобарами, с одинаковым числом нейтронов (<math>N=Const</math>) – изотонами и с одинаковым числом протонов (<math>Z=Const</math>) – изотопами. В качестве общего названия для всех атомов, отличающихся составом ядра, применяется термин нуклид. Число нуклонов в ядре (<math>A=N+Z</math>) называется массовым числом, т.к. оно равно округленному до целого числа значению массы атома изотопа (в кислородной или углеродной шкале атомных весов).</p>	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
30	<p>Сформулируйте понятие о длиннопробежных альфа-частицах</p> <p>Эталон ответа:          Существуют ядра, испускающие, кроме основной группы альфа-частиц, небольшое количество длиннопробежных альфа-частиц, т.е. частиц, у которых энергия, а, значит и длина пробега в камере Вильсона или в фотоэмульсии больше, чем у частиц основной группы. Таким частицам соответствует переход из возбужденного состояния исходного ядра, поэтому их изучение дает сведения о структуре уровней исходных ядер. Однако, альфа-распад идет медленно, и ядра, находящиеся в возбужденном состоянии, как правило, успевают перейти в основное состояние за счет гамма-излучения, и лишь после этого испытывают альфа-распад. Поэтому длиннопробежные альфа-частицы наблюдаются только у коротко- живущих альфа-активных ядер.</p>	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
31	<p>Дайте определение понятия <math>\beta^-</math> - распад ядер.</p> <p>Эталон ответа:          В <math>\beta^-</math>-распаде слабое взаимодействие превращает нейтрон в протон, при этом испускаются электрон и электронное антинейтрино:  <math display="block">n^0 \rightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}_e</math></p> <p>Тяжёлый протон остаётся в ядре, а лёгкий электрон - <math>\beta^-</math>-минус частица - с огромной скоростью вылетает из ядра. И так как протонов в ядре стало на</p>	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1

	один больше, то ядро данного элемента превращается в ядро соседнего элемента справа - с большим номером.	
--	--	--

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
32	Дайте определение понятия $\beta^+$ - распад ядер.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: В $\beta^+$ -распаде протон в ядре превращается в нейтрон, позитрон и нейтрино: $p^+ \rightarrow n^0 + e^+ + \nu_e.$ В результате этого (так как протонов стало меньше) данный элемент превращается в соседний слева (с меньшим номером, предыдущий).	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
33	Дайте определение понятия Электронный захват	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: Один из видов бета-распада атомных ядер. При электронном захвате один из протонов ядра захватывает орбитальный электрон и превращается в нейтрон, испуская электронное нейтрино. Заряд ядра при этом уменьшается на единицу. Массовое число ядра, как и во всех других видах бета-распада, не изменяется. Этот процесс характерен для ядер с избытком протонов. Общая схема электронного захвата: $p^+ + e^- \rightarrow n + \nu_e.$	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
34	Что такое $\alpha$ -распад. Дайте определение	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: Альфа-распадом называется самопроизвольное превращение атомного ядра с числом протонов Z и нейтронов N в другое (дочернее) ядро, содержащее число протонов Z - 2 и нейтронов N - 2. При этом испускается $\alpha$ -частица – ядро атома гелия ${}^4_2\text{He}^{2+}$ . $AZ \rightarrow A-4(Z-2) + {}^4_2\text{He}$	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
35	Приведите характеристики $\alpha$ -радиоактивных ядер	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: $\alpha$ -Распад (т.е. испускание ионов гелия, ${}^4_2\text{He}^{2+}$ ) характерен для радиоактивных элементов с большим атомным номером Z (элементы с Z>83, как правило, $\alpha$ -радиоактивны). Испускаемые $\alpha$ -частицы – моноэнергетические. Главными характеристиками $\alpha$ -радиоактивных ядер и испускаемых ими $\alpha$ -частиц являются период полураспада $T_{1/2}$ , кинетическая энергия E $\alpha$ и пробег R.	



№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
36	Дайте определение понятия энергетический спектр бета-частиц.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: Энергия $\beta$ -распада, $E_\beta$ , делится между тремя частицами – электроном (позитроном), антинейтрино (нейтрино) и остаточным ядром. В результате $\beta$ -частицы, в отличие от $\alpha$ -частиц, не обладают строго определённой энергией, и спектр их является не линейчатый, а сплошным – от нуля до $E_{\beta\max} \cong E_\beta$ . Обе частицы, испускаемые или поглощаемые при $\beta$ -распаде, - электрон (позитрон) и антинейтрино (нейтрино) – обладают собственным моментом количества движения – спином, равным $\frac{1}{2}$ (в единицах).	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
37	Дайте определение понятиям магические, дважды магические ядра, магические числа.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: Наиболее устойчивыми являются изотопы с численными значениями параметров $N$ и $Z$ , равными: 2, 8, 20, 50, 82, 112, 152. Эти числа получили название магических. Дважды магическими называют ядра атомов, у которых параметры $N$ и $Z$ одновременно принадлежат к магическим значениям.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
38	Опишите особые свойства магических и дважды магических ядер.	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: Дважды магические ядра атомов обладают особой устойчивостью. Полное заполнение энергетических ядерных уровней нуклонами соответствует достижению особого сочетания нуклонов, при котором силы, скрепляющие ядро (мезонные силы) максимальны.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
39	Проведите аналогию между ядерными и электронными оболочками	УК-1.4 ОПК-3.2 ПК-5.1
	Эталон ответа: Оболочечная модель ядра основана на представлении о ядре, как о системе нуклонов, независимо движущихся в среднем поле ядра, создаваемом силовым воздействием остальных нуклонов. Эта модель возникла по аналогии с атомной моделью оболочек и первоначально была призвана объяснить обнаруженные экспериментально отклонения от формулы Вейцзеккера и существование магических ядер, для которых $N$ и $Z$ соответствуют наиболее выраженным максимумам энергии связи.	